



Крaб-стригун опилио
Chionoecetes opilio
в Баренцевом
и Карском морях



Федеральное агентство по рыболовству

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского
рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича»
(ФГБНУ «ПИНРО»)

КРАБ-СТРИГУН ОПИЛИО
CHIONOECETES OPILIO
В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

Мурманск
2016

Russian Federal Fisheries Agency

**Federal State Budgetary Scientific Establishment «Knipovich Polar Research Institute
of Marine Fisheries and Oceanography»
(FSBSE «PINRO»)**

**SNOW CRAB
CHIONOECETES OPILIO
IN THE BARENTS AND KARA SEAS**

**Murmansk
2016**

УДК 595.3(268.4/.5)
К 77

Краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio* в Баренцевом и Карском морях / К.М. Соколов, В.А. Павлов, Н.А. Стрелкова [и др.]; ПИНРО. – Мурманск: ПИНРО, 2016. – 242 с.

Авторы: С.В. Баканев (гл. 3.1; 3.2; 4.1; 4.2; 4.8), Г.Г. Балякин (2,1), А.Н. Бензик (гл. 3.7), А.С. Гордеева (гл. 3.4), А.В. Долгов (гл. 3.7), Ю.Е. Жак (3.1), Д.В. Захаров (гл. 2.2), В.А. Ившин (гл. 2.1), Ю.А. Кондратюк (гл. 4.7), И.И. Лыжов (гл. 4.6), П.А. Любин (гл. 2.2), И.Е. Манушин (гл. 2.2; 3.5; 3.6), Ю.Н. Муллин (гл. 4.2; 4.3), В.А. Мухин (гл. 4.6), А.М. Мухортова (гл. 4.6), В.Н. Нестерова (гл. 3.4), Т.Б. Носова (гл. 3.5), А.С. Орлова (гл. 3.4), В.А. Павлов (гл. 1.1; 3.1; 3.2; 3.4; 3.5; 4.2; 4.3), М.А. Пинчуков (гл. 3.5), И.П. Прокопчук (гл. 3.4; 3.8), К.М. Соколов (От редакционной коллегии; Введение; гл. 1.1; 4.2; 4.4; 4.8; Заключение), В.В. Степаненко (гл. 4.5), А.В. Стецько (гл. 2.1), В.А. Стрелкова (гл. 1.2; 2.2), Е.А. Филина (гл. 3.3).

ISBN 978-5-86349-221-6

В монографии обобщены итоги многолетних комплексных исследований краба-стригуна опилио (наиболее современного вселенца в экосистему Баренцева моря и сопредельных с ним вод), выполненных коллективом специалистов ПИНРО.

Рассмотрены основные черты биологии баренцевоморского краба-стригуна опилио, а также возможные пути и сроки вселения этого вида промысловых ракообразных в баренцевоморскую экосистему. Показаны динамика биомассы запаса, состав уловов краба-стригуна опилио, перспективы промысла, оценено влияние различных факторов на промысловый запас и предложена модель для прогнозирования биомассы запаса.

Монография предназначена для гидробиологов, экологов и специалистов из других областей, интересующихся вопросами рационального использования промысловых запасов донных ракообразных, студентов ВУЗов, изучающих промысловые морские биологические ресурсы.

Редакционная коллегия:

*К.М. Соколов (ответственный редактор),
Н.А. Стрелкова, И.Е. Манушин, А.М. Сенников*

Snow crab *Chionoecetes opilio* in the Barents and Kara seas / К.М. Sokolov, V.A. Pavlov, N.A. Strelkova [et al.]; PINRO. – Murmansk: PINRO, 2016. – 242 p.

The monograph reflects generalized results of the complex long-term investigations of the snow crab in the Barents and Kara seas, performed by the team of the PINRO's specialists. Essential features of the biology are elucidated. The possible ways and terms of the snow crab introduction in the Barents Sea ecosystem are examined. Stock biomass dynamics, catch composition are also reviewed. The influence of different factors on the commercial stock is estimated, the prospects of the fishery are shown. The prognoses' model of the stock biomass is suggested.

The monograph is designed for hydrobiologists, marine ecologists and specialists from other fields of knowledge interested in rational usage of commercial crustacean stocks. The monograph could also be useful for students learned the marine biological resources.

ISBN 978-5-86349-221-6

© ФГБНУ «ПИНРО», 2016



ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Предлагаемая монография является обобщением разносторонней информации о стихийном вселенце в Баренцево море – крабе-стригуне опилио *Chionoecetes opilio*. Материалом для книги послужили данные, собранные специалистами ПИНРО в ходе многочисленных рейсов в Баренцевом и Карском морях в 1996-2015 гг., а также ряд данных за 2016 г. При создании монографии были использованы и итоги других отечественных и зарубежных исследований по промысловым ракообразным.

Свод разносторонней информации, накопленной в ПИНРО с конца 90-х годов XX в. до настоящего времени, необходим для наиболее цельного и объективного понимания структуры образовавшейся новой популяции крабов, ее влияния на экосистему моря, прогнозирования изменений на ближайшее будущее.

Важными проблемами, обусловленными высокой рыночной ценностью краба-стригуна опилио, являются оценка его баренцевоморского запаса, определение допустимого изъятия и рекомендации по ведению промысла и переработке уловов. Этим вопросам посвящена основная часть книги. Коллектив авторов считал также необходимым включить в работу описание абиотических и биотических условий среды обитания краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях. Там, где это целесообразно, авторы разделов попытались сравнить различные стороны биологии и промысла баренцевоморских особей с крабами из нативных ареалов.

Монография написана исходя из общепринятой практики изложения результатов промыслово-биологических исследований – от абиотических и биотических условий существования вида через описание биологии к оценке запаса и возможного изъятия, а также к анализу промысла. Возможно, книга не лишена недостатков, обусловленных относительной новизной темы, а также многосторонностью и глубиной обсуждаемых проблем. Авторы надеются на будущее переиздание книги и будут благодарны за направленные в их адрес критические замечания и предложения по ее дополнению. По возникшим вопросам к изданию просьба обращаться по адресу электронной почты persey@pinro.ru с указанием соответствующей темы сообщения. Редакционная коллегия заранее признательна за будущие отзывы и выражает уверенность, что поступающие сообщения по существу найдут отражение в переизданиях данной книги.

Монография будет интересна и полезна широкому кругу читателей, в том числе имеющих отношение к рыбной промышленности. Выражаем признательность всем сотрудникам Полярного института, которые принимали участие в ее подготовке.

От имени коллектива авторов

К.М. Соколов

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе объектом исследования является краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio* Fabricius, 1788), стихийно вселившийся в Баренцево море в конце XX в. К началу второго десятилетия XXI в. особи этого вида стали обычным явлением в донных траловых уловах в Баренцевом (восточная часть) и Карском (западная часть) морях.

Русское видовое название краб-стригун получил, вероятнее всего, за своеобразную, напоминающую ножницы, тонкую форму клешней и подвижных пальцев, находящихся на передней паре конечностей. Это название имеет несколько английских синонимов – snow crab, queen crab, opilio tanner. В русскоязычных статьях этого краба иногда называют «снежный краб», исходя от дословного перевода одного из вариантов его английского видового названия.

Краб-стригун опилио – интересный в промысловом отношении объект. Масштабный ловушечный промысел краба ведется в зал. Святого Лаврентия, у берегов о-ва Ньюфаундленд и п-ова Лабрадор, а также в Беринговом, Охотском и Японском морях. Величина ежегодного мирового вылова этого объекта в настоящее время составляет от 80 до 100 тыс. т.

В Баренцевом море промысел краба-стригуна опилио начался в 2013 г., и несмотря на столь короткую историю промысла, нет сомнений, что его добыча в ближайшем будущем продолжится. Такая уверенность подчеркивает практическую значимость выполненной работы, вселяет надежду на ее применение в практике управления новым промыслом.

Начало отечественных исследований баренцевоморского краба-стригуна опилио следует отнести к 1996 г. – времени поимки первого экземпляра этого вида на Гусиной банке (Кузьмин, Ахтарин, Менис, 1998). За прошедшие с тех пор без малого два десятка лет учеными России исследованы динамика пространственной экспансии краба-стригуна в Баренцевом море и ряд сторон его биологии и экологии.

Внимание ученых также было уделено различным особенностям биологии этого вида ракообразных в Карском море. Несомненный вклад в изучение вселенца внесен зарубежными биологами, включившимися в изучение этого нового для Баренцева моря вида крабов несколько позже (Alsvåg, Agnalt, Jørstad, 2009).

В последние годы исследования баренцевоморского краба-стригуна значительно расширились и приобрели комплексный характер. Этому объективно способствовали экспансия вселенца, рост интереса промыслови-

ков и научного сообщества к столь стремительно развивающемуся новому промысловому запасу.

Основная цель настоящей работы заключается в углублении знания о современной экосистеме Баренцева моря и повышении объективности представлений о рациональном использовании биологических ресурсов этого водоема и сопредельных с ним вод.

Предметами проведенного исследования послужили несколько взаимосвязанных аспектов – особенности пространственного распределения, биологии, физиологии и экологии краба-стригуна опилио Баренцева и Карского морей, оценка его запасов, некоторые характеристики начавшегося промысла, экосистемные изменения, обусловленные развитием новой популяции этого вида.

Новизна данной работы не вызывает сомнений в связи с относительно кратким временем обитания баренцевоморского краба-стригуна опилио в новой для него экосистеме. Несмотря на непродолжительную историю исследований и промысел краба-стригуна опилио в Баренцевом море, к середине второго десятилетия XXI в. выполнен ряд многочисленных и разносторонних исследований этого вида ракообразных. Очевидно, что пришло время проанализировать и обобщить итоги работы многих ученых, оценить правильность ранее сделанных выводов, изложив результаты в одной книге. Такие анализ и обобщение позволят более рационально планировать и проводить исследования краба-стригуна опилио Баренцева и Карского морей.

Актуальность монографии заключается в том, что запас краба в ближайшее время будет нуждаться в создании полноценной системы управления и регулирования его промысла, формирование которой возможно лишь на основе максимально полного критического осмысления всех полученных материалов. Работа является первой попыткой обобщения накопившейся к настоящему времени информации о крабе-стригуне опилио Баренцева и Карского морей. Исходя из того, что всплеск численности и биомассы баренцевоморского краба-стригуна опилио приходится на последние годы, позитивные и негативные последствия появления в экосистеме нового вселенца еще не проявились в полной мере, масштаб таких последствий предстоит оценить в будущем.



1. СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

1.1. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

Распространение краба-стригуна опилио охватывает обширные пространства морских вод Северного полушария в Атлантическом и Тихом океанах (Макаров, 1941; Виноградов, 1950; Иванов, Соколов, 1997; Слизкин, Сафронов, 2000; Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003; Rathbun, 1925; Jadamec, Donaldson, Cullenberg, 1999). Наибольшие площади распределения этого вида ракообразных приходятся на воды Тихоокеанского побережья Северной Америки (рис. 1).

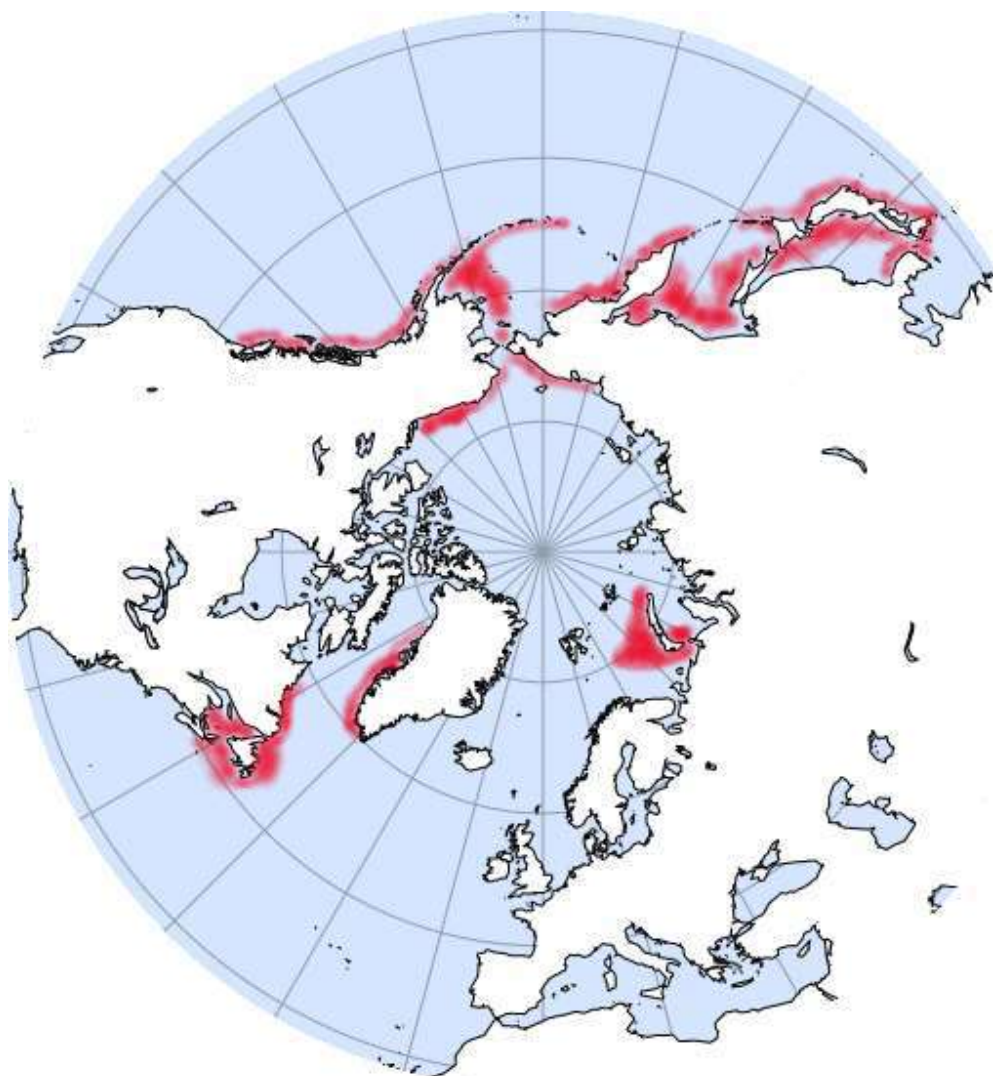


Рис. 1. Распределение краба-стригуна опилио в водах Северного полушария.
Основа рисунка заимствована у Wikipedia («Northern hemisphere»)

Здесь, в восточной части Тихого океана, краб-стригун опилио широко распространен от берегов Корейского п-ова, о-вов Хонсю и Хоккайдо до Берингова пролива.

В Беринговом море – вблизи западного побережья Аляски – наиболее плотные скопления краба-стригуна опилио распределяются на обширной морской акватории шельфа от Бристольского залива на юге до вод вокруг о-ва Святого Лаврентия на севере.

К северу от Берингова пролива, в водах Арктики, краб-стригун опилио образует скопления в море Бофорта, а также в юго-восточной части Чукотского моря (Слизкин, Федотов, Хен, 2007).

Отдельные особи крабов этого вида отмечались в сборах бентоса на материковом склоне Северного Ледовитого океана – в Чукотском (западная часть) и Восточно-Сибирском морях, море Лаптевых. Так, самец краба-стригуна опилио 06.09.1993 г. был отмечен в море Лаптевых в точке с координатами 78°04' с.ш., 133°33' в.д. на глубине около 200 м. Работы выполнялись судном «Polarstern» в рамках совместной Российско-Германской мульти-дисциплинарной океанографической экспедиции (Die Expedition ARCTIC'93..., 1994). В настоящее время эту точку можно считать крайней западной границей распространения краба-стригуна опилио в морях Северного Ледовитого океана (кроме новой образовавшейся популяции в Баренцевом и Карском морях). Крайней восточной границей арктического распространения краба этого вида являются воды моря Бофорта около 125-130° з.д.

В водах западной Атлантики, омывающих берега Северной Америки, краб-стригун опилио распространен от 43° с.ш. – вблизи юго-восточного побережья п-ова Новая Шотландия и прибрежных вод о-ва Ньюфаундленд – до северо-восточного побережья п-ова Лабрадор. Достаточно плотные скопления особей находятся в заливах Мэн и Святого Лаврентия. Этот вид ракообразных также образует плотные агрегации у западного побережья о-ва Гренландия, здесь скопления распространяются от южной оконечности острова (60° с.ш.) до прибрежных вод (около 75° с.ш.). Массовые концентрации, где ведется успешный промысел, краб-стригун создает в зал. Диско. В современный ареал объекта входят также воды Баренцева (восточной часть) и Карского (западная часть) морей, где особи, начиная с последних десятилетий XX в., образуют достаточно стабильные скопления (Кузьмин, Ахтарин, Менис, 1998; Баканев, 2015).

Таким образом, краб-стригун опилио является широко распространенным видом, чей ареал охватывает воды трех океанов: Тихого, Атлантического и Северного Ледовитого. В морях Тихого океана этот вид распространен в прибрежных водах от 32° с.ш. – в районе

Корейского пролива и 40° с.ш. у западного побережья Северной Америки – до Берингова пролива. К северу от него ареал краба-стригуна опилио простирается до 74° с.ш. в море Бофорта.

Все моря, населенные крабом-стригуном опилио, по теплосодержанию могут быть отнесены к умеренным (Японское море, зал. Мэн), субарктическим (Берингово, Охотское, Баренцево моря, море Лабрадор) и арктическим водам (Карское и Чукотское моря, море Бофорта). Наиболее точная, на наш взгляд, биогеографическая характеристика краба-стригуна опилио дана в работе А.Г. Слизкина и С.Г. Сафронова (2000) – низкоарктическо-бореальный вид.

Температура воды, которую предпочитает краб-стригун, не превышает 3 °С, ее верхней границей принято считать 10 °С (Habitat and Spatial..., 1987; Tremblay, 1997). Тем не менее широкое пространственное распределение краба-стригуна свидетельствует о его умении приспосабливаться к сезонным изменениям температуры воды и устойчивости к низкой (менее 0 °С) температуре, близкой к замерзанию морской воды нормальной океанической солености (Powles, 1968).

Глубина обитания краба-стригуна опилио составляет от 10 до 1000 м и более, при этом наиболее характерными и обычными для него являются шельфовые воды с глубинами от 70 до 280 м (Elner, 1985). В Атлантике он распределяется от мелководий до участков с глубинами 450 м (Jadames, Donaldson, Cullenberg, 1999). Максимальная глубина обнаружения краба-стригуна отмечена на северо-восточном склоне Большой Ньюфаундлендской банки, составив 1150 м (Pavlov, 2001). Необходимо отметить, что более крупные самцы предпочитают бóльшие глубины, чем молодь и самки. Краб-стригун опилио в основном распределяется на мягких грунтах с содержанием (не менее 40 %) илистой фракции (пелитов) (Habitat and Spatial..., 1987). Такие грунты позволяют крабам зарываться, защищаясь от хищников. Мягкие илистые грунты также служат местом обитания мелких беспозвоночных – объектов питания краба-стригуна, являющегося хищником.

Таким образом, распределение данного объекта приурочено к районам с низкой придонной температурой воды и мягкими, как правило, илистыми грунтами.

Внутривидовая и популяционная структуры обитающего на широкой акватории Атлантики и Пацифики краба-стригуна опилио окончательно не определены. По одной из ранних точек зрения (Rathbun, 1924, 1925), в рамках вида *Chionoecetes opilio* существует два подвида, один из которых (*C. opilio elongatus* Rathbun) обитает в Японском море, в то время как другой (*C. opilio opilio* Fabricius) – в Охотском, Беринговом и Чукотском морях, а также в море Бофорта. Такое выделение подвигов неоднократно

подвергалось критике (Виноградов, 1950; Соколов, 2001). Согласно другой точке зрения, *C. opilio* обитает в водах Северной Атлантики, в то время как *C. elongatus* – в морях Северной Пацифики (Squires, 1990). Морфометрические исследования крабов рода *Chionoecetes*, осуществленные А.Г. Слизкиным, Е.Э. Борисовцем, К.А. Згуровским (2001), свидетельствовали об обособленности краба-стригуна опилио в Японском море. По итогам этих работ япономорский краб был выделен в ранг подвида. Существует мнение, что этот вид промысловых ракообразных, населяющий Берингово, Чукотское моря и море Бофорта, образует единую популяцию, свободно обменивающуюся генетическим материалом (Panmixia in Alaskan..., 2014).

Исследования в области популяционной генетики краба-стригуна опилио, предпринятые норвежскими учеными (Population genetics – snow..., 2014), указали на существование трех кластеров представителей этого вида, генетически удаленных друг от друга. В первый из этих кластеров вошли крабы-стригуны Берингова моря и восточного побережья Канады (зал. Святого Лаврентия, воды вблизи п-ова Лабрадор), во второй были включены крабы-стригуны опилио западного побережья Гренландии. Третий кластер представлен особями, собранными в Баренцевом море. Наибольшие генетические различия были отмечены между баренцевоморскими и гренландскими пробами генетического материала. Берингоморские, баренцевоморские и канадские пробы выявили относительную генетическую близость.

Изучение генетических особенностей краба-стригуна опилио в Западной Атлантике, выполненное канадскими и гренландскими специалистами (Population genetic structure..., 2008), в целом указало на отсутствие больших различий между крабами западного побережья Гренландии и крабами атлантического побережья Канады. В то же время авторы отметили существование «генетического разрыва» между этими двумя группировками, обусловленного более интенсивным переносом генетического материала от гренландской группировки краба к канадской. В противоположном направлении перенос наследственного материала выражен значительно слабее.

Несмотря на то, что к настоящему времени проблема внутривидовой популяционной детерминации краба-стригуна опилио окончательно не решена ни морфометрическими, ни генетическими методами, принято считать, что в водах Тихого океана этот вид ракообразных образует несколько популяций. Две из них обитают в восточной и западной частях Камчатского шельфа (Слизкин, Сафронов, 2000). В северной части Охотского моря краб-стригун образует независимую популяцию, при этом в зал. Шелихова – субпопуляцию, связанную с основной (Карасев, 2009).

На акватории северо-западной части Берингова моря краб-стригун опилио образует единую популяцию, распределяющуюся на Корякском шельфе, в Олюторском заливе и Корфо-Карагинском районе (Федосеев, Слизкин 1988). Существование этой отдельной популяции подтверждают результаты корейских исследователей, которые также выделяют еще одну обособленную популяцию краба-стригуна опилио в Японском море, обитающую вблизи Корейского п-ова (Population genetic analysis..., 2013). В то же время, по итогам работ В.И. Соколова (2001), краб-стригун опилио, населяющий северо-западную часть Японского моря и Татарский пролив, не имеет устойчивых морфологических отличий от крабов этого же вида Охотского и Берингова морей. Крабы, населяющие воды западного и восточного Сахалина, отнесены к двум независимым популяциям (Первеева, 2005). Скопление *S. opilio* в заливе Анива охарактеризовано как полузависимое, не способное к самостоятельному поддержанию высокой численности. По современным представлениям, краб-стригун опилио Берингова (восточная часть), Чукотского морей и моря Бофорта, вероятно, представляет собой одну большую, панмиктическую популяцию (Panmixia in Alaskan..., 2014).

Вблизи атлантического побережья Канады генетические и морфологические различия среди крабов-стригунов опилио позволили предположить наличие трех популяций этого вида (Davidson, Elnor, Roff, 1982). Одна из них распределяется в зал. Святого Лаврентия, вторая – к северо-востоку от о-ва Ньюфаундленд, третья – в прибрежных водах о-ва Кейп Бретон. Обнаружено единство популяции краба-стригуна опилио, обитающего вблизи о-ва Кейп Бретон, как со стороны Атлантики, так и со стороны зал. Святого Лаврентия. Отдельная популяция объекта, относительно глубоко генетически дистанцированная от прочих, располагается у западного побережья о-ва Гренландия (Albrecht, 2011; Population genetics – snow..., 2014).

Существует мнение, что атлантические популяции *S. opilio* сформировались вследствие переселения этого вида крабов сюда из Пацифики, произошедшего более 5000 лет назад (Albrecht, 2011). Можно предположить, что такое переселение проходило через Берингов пролив, море Бофорта, проливы между о-вами Канадского Арктического архипелага и сопровождалось достаточно продолжительным смягчением климата Арктики.

Взрослые крабы не совершают протяженных нерестовых миграций (Слизкин, Сафронов, 2000). Зарубежные эксперименты с мечением крупных самцов показали, что за период от 1 года до 5 лет они способны перемещаться на расстояние не более 25 км (Watson, Wells, 1972; Dufour, 1988; Lefebvre, Brêthes, 1991). По итогам работ российских

исследователей, большинство помеченных крабов на следующий год были пойманы на расстоянии от 2 до 80 км от места мечения, максимальное удаление от него составило 252 км (Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). Самки, из-за значительно меньших размеров, не способны преодолевать даже небольшие расстояния. По мере роста и полового созревания крабы этого вида смещаются на более глубоководные участки. По завершении роста и осуществлении терминальной линьки крупные самцы движутся вверх по материковому склону, концентрируясь в местах распределения самок (Карасев, 2009).

Расселение краба-стригуна опилио в пределах существующих ареалов осуществляется в основном путем пассивного перемещения течениями пелагической личинки, устойчивой к воздействию низких температур. Так, пороговая температура для развития личинки находится вблизи точки замерзания морской воды (Effects of Temperature..., 2014). Планктонная стадия личинки продолжается от 1 до 5 мес. (Касьянов, 1986; Ниязиев, Федосеев, 1994; Davidson, Elner, Roff, 1985; Robichaud, Bailey, Elner, 1989). Затем личинки опускаются на дно, накапливаясь в местах, благоприятных для выживания молоди, при этом большинство личинок погружается на дно вблизи мест выклева (Слизкин, Сафронов, 2000). В совокупности такие биологические особенности способствуют расселению краба-стригуна опилио в субарктических и арктических морях.

Краб-стригун опилио в настоящее время является ценным промысловым видом, добываемым практически в пределах всего ареала. Следует отметить, что его промысловая ценность проявилась лишь во второй половине XX в. Наиболее традиционна добыча краба-стригуна опилио в Японском море. Так, первые исторические записи с регистрацией его вылова относятся к середине XII в. (Makino, 2008). Добыча в водах Канады началась со второй половины 1960-х годов. В эти же годы североамериканские рыбаки приступили к вылову берингоморского краба-стригуна опилио. В Олюторском заливе Берингова моря промысел ведется с 1970-х годов. В северной части Охотского моря и у берегов о-ва Сахалин в конце 1980-х годов этих крабов первыми стали ловить японские рыбаки за счет переданных квот, с начала 1990-х годов – рыбаки России. В середине 1990-х годов начался активный промысел краба опилио у западной Гренландии, в 2013 г. – промысловое освоение нового промыслового запаса, сформировавшееся в Баренцевом море.

Общий ежегодный мировой улов краба-стригуна опилио в последние годы составляет от 110 до 135 тыс. т (рис. 2), наибольший вклад в него вносят рыбаки, работающие в Северной Атлантике.

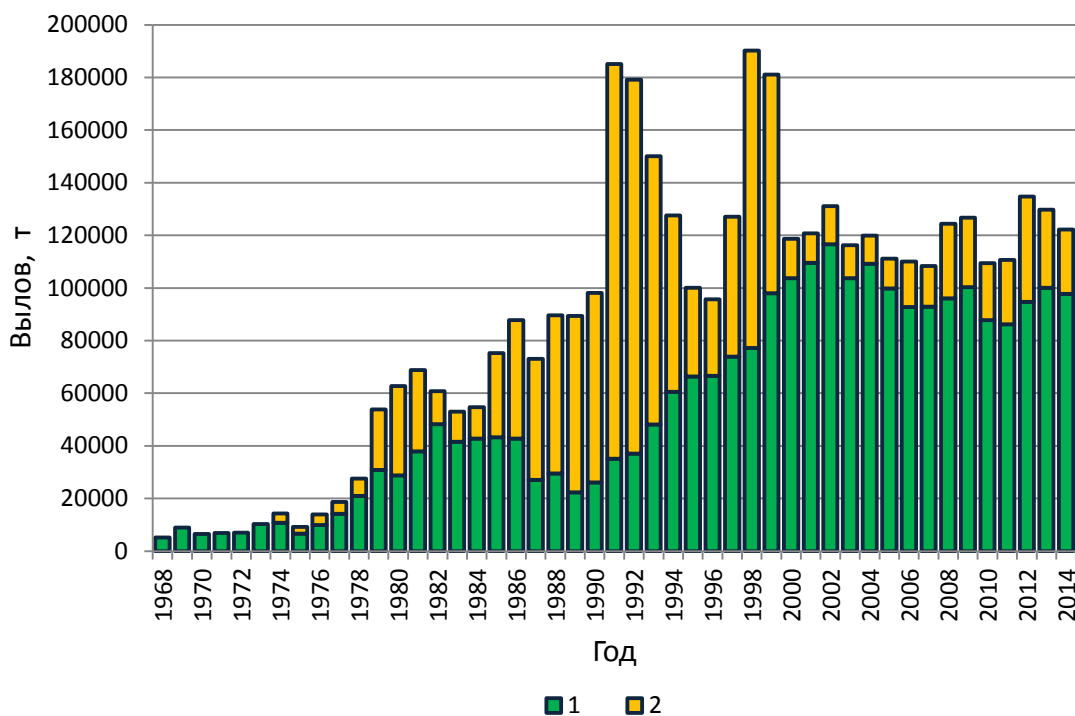


Рис. 2. Международный вылов краба-стригуна опилио в водах Северной Атлантики (1) и Северной Пацифики (2) в 1968-2014 гг. (NOAA, 2016a)

Биомасса промысловых запасов *C. opilio*, обеспечивающая относительно высокие ежегодные уловы, достаточно нестабильна, на это указывают изменения индексов биомассы, определенных методом съемок, как правило, траловых. Так, в восточной части Берингова моря – в одном из районов активной эксплуатации – биомасса промыслового запаса краба-стригуна опилио может меняться почти восьмикратно (табл. 1). Столь высокой межгодовой изменчивостью характеризуются и общие запасы ракообразных этого вида. Даже в районах, свободных от промысла краба-стригуна, например, в Чукотском море (Питание и некоторые черты..., 2011), индекс биомассы краба может меняться год от года почти на порядок.

Такая высокая вариабельность биомассы общего и промыслового запасов краба-стригуна опилио указывает на значительную изменчивость урожайности его очередных поколений, а также их выживаемости, что является одним из признаков пластичности вида, его умения приспосабливаться к изменениям условий среды обитания и устойчивости к прессу промысла. За всю историю наблюдений за крабом-стригуном опилио не зафиксировано случаев глубокой депрессии его запасов, приведших к почти полному исчезновению популяций.

Таблица 1

**Индекс биомассы общего и промыслового запасов краба-стригуна опилио
в различных частях ареала, тыс. т**

Район	Год оценки	Общая биомасса	Биомасса промыслового запаса	Источник
<i>Северная Пацифика</i>				
Сев. часть Охотского моря	2007		168,0	Карасев, 2009
Море Бофорта	2008	32,7		Logerwell, Rand, 2010
Российская часть Чукотского моря	1997	402,9	182,9	Питание и некоторые черты..., 2011
	2010	38,0		
Чукотское море	Начало 2000-х	Около 1000	Около 500	Community structure of..., 2009
Восточная часть Берингова моря (воды США)	1981	413,8		Otto, 1982
Восточная часть Берингова моря (воды США)	1990	1637,1	533,9	Daly, Armistead, Foy, 2013
	2004	337,6	61,8	
Восточная часть Берингова моря (воды США)	2007	574,0	160,5	
	2013	560,7	99,7	
Западная часть Берингова моря (Карагинская зона)	2007		около 6,4 (8 млн экз.)	Шагинян, Иванов, Михайлова, 2012
	2010		около 0,8 (1 млн экз.)	
Западная часть Берингова моря (Коряжский шельф)	2006		около 0,08 (0,1 млн экз.)	Шагинян, Иванов, Михайлова, 2012
	2010		около 1,3 (1,6 млн экз.)	
Российская часть Японского моря (зал. Петра Великого, Приморский и Пластунский районы)	2007		13,7	Кобликов, 2011
<i>Северная Атлантика</i>				
Зал. Святого Лаврентия	2004		103,4	The 2013 assessment..., 2014
	2009		30,9	
	2013		65,9	
Воды вблизи Лабрадора и Ньюфаундленда	1998		68,0	Assessment of Newfoundland ..., 2012
	2011		21,5	
Баренцево море	2011		86,0	Report of the..., 2012

1.2. ОБ АККЛИМАТИЗАЦИИ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В ВОДАХ БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ

Глава посвящена анализу динамики формирования новой акклипопуляции краба-стригуна опилио и рассмотрению ее с точки зрения основных положений теории акклиматизации в сравнении с более ранней акклиматизацией камчатского краба в Баренцевом море.

В результате многочисленных работ по акклиматизации гидробионтов, активно проводившихся во второй половине прошлого века в пределах морских и пресноводных водоемов бывшего Советского Союза в целях повышения их продуктивности, была создана целостная теория акклиматизации, основные положения которой разработала и сформулировала А.Ф. Карпевич (Карпевич, 1975; Карпевич, Горелов, 1995).

Согласно данной теории, процесс акклиматизации включает в себя 5 этапов (фаз), которые проходят интродуценты в ходе адаптации к новым условиям обитания и формирования новой полноценной популяции (рис. 3).

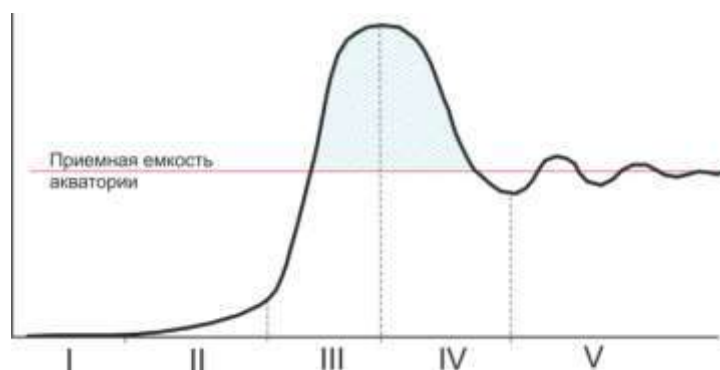


Рис. 3. Теоретическая кривая динамики численности популяций интродуцента в ходе акклиматизации (по: Карпевич, 1975; Карпевич, Горелов, 1995). Римскими цифрами обозначены фазы акклиматизации, штриховкой – область избыточной численности акклипопуляции

I фаза акклиматизации включает в себя период физиологической адаптации (акклимации) переселенных особей к новым условиям обитания. Успех протекания *I* фазы обеспечивается их благополучной адаптацией к физическим условиям среды и наличием достаточной кормовой базы. Эта фаза длится от момента вселения объекта до появления первого потомства, поэтому для ее завершения необходимо достаточное для размножения количество особей обоих полов. В случае инвазии вселенца на личиночной стадии жизненного цикла, продолжительность *I* стадии определяется как минимум временем полового созревания интродуцента.

II фаза акклиматизации наступает с момента успешного размножения интродуцированных особей и является исходной стадией формирования самостоятельной популяции. На этом этапе начинается постепенное увеличение численности интродуцента и его расселение. Благополучное прохождение II фазы акклиматизации заканчивается формированием самовоспроизводящейся популяции.

Как правило, на первых двух этапах акклиматизации, из-за низкой численности и плотности поселения, интродуцент не оказывает существенного влияния на экологическую систему водоема-реципиента – не является серьезным пищевым конкурентом для местных видов, не занимает значительного места в рационе потенциальных хищников и не вызывает заметных перестроек структуры аборигенных сообществ.

III фаза акклиматизации характеризуется резким увеличением скорости роста численности популяции, который по характеристикам приближается к экспоненциальному. Обычно именно на этом этапе успешное протекание акклиматизации интродуцента и факт его наличия в водоеме становятся очевидными. Хозяйственно ценные виды достигают промысловой численности и приобретают коммерческую привлекательность, кормовые виды животных прочно входят в рацион своих потребителей, начинаются экосистемные перестройки, сопровождающиеся структурными изменениями сообществ, а в отдельных случаях – экологическими и экономическими проблемами.

IV фаза акклиматизации начинается по достижении и последующем превышении популяцией некой пороговой численности (плотности), определяемой емкостью среды. Наступает критический период перенаселенности, истощения пищевых ресурсов и обострения конкурентных взаимоотношений. В этот период для видов с длительным жизненным циклом ухудшение биологического состояния популяции может происходить на фоне сохранения ее высокой численности и даже роста. В результате дисбаланса включаются механизмы торможения роста численности популяции, а затем – и ее убыли. Как правило, снижение плотности происходит в результате уменьшения плодовитости, увеличения смертности и усиления миграционной активности. Причинами увеличения смертности могут быть ухудшение условий питания, стресс, заболевания и прочее. В отношении коммерческих видов действенным фактором снижения численности популяции является промысел.

V, последняя фаза акклиматизации (натурализации) определяется тем, что основные характеристики поредевшей популяции после серии автоколебаний приходят в динамическое равновесие с окружающей средой. Устанавливаются оптимальные для данной экологической системы параметры популяции вселенца, такие как численность и продукция, границы

ареала и области размножения, а также оптимальный уровень естественной смертности. На этом этапе процесс акклиматизации может считаться завершенным, а формирование популяции – осуществившимся. Образование стабильной и достаточно многочисленной популяции по окончании полного цикла акклиматизации является показателем того, что процесс «имплантации» нового вида в «организм» экологической системы прошел успешно.

Среди многочисленных факторов, влияющих на скорость формирования популяции интродуцента, одними из основных являются длительность биологического цикла акклиматизанта и экологическая емкость водоема-реципиента. Чем продолжительнее период полового созревания интродуцента и больше экологическая (включая трофическую) емкость среды, тем большее количество поколений отделяет момент инвазии вида от его натурализации в новом районе обитания.

Отечественный опыт акклиматизационных работ, лежащий в основе изложенной теории, в основном базируется на наблюдениях за формированием популяций короткоциклических (размножающихся на 1-2 году жизни) и среднециклических видов (размножающихся на 4-5 году жизни) в замкнутых пресноводных водоемах. Практика показала, что натурализация короткоциклических видов обычно наступает через 2-3 поколения, а среднециклических – через 4-5 с момента вселения (Карпевич, Горелов, 1995; Карпевич, 1998). Опыт искусственной интродукции морских беспозвоночных намного беднее, а в условиях Северного морского бассейна ограничивается лишь успешной акклиматизацией камчатского краба в водах Баренцева моря.

Камчатский краб в Баренцевом море. Среди успешных акклиматизантов камчатский краб является уникальным по временным параметрам жизненного цикла. Средняя продолжительность его жизни оценивается в 20-25 лет, а средний возраст полового созревания составляет около 8-10 лет (Левин, 2001), что приблизительно в 2 раза превышает показатели среднециклических видов. Кроме того, очевидно, что экологическая емкость Баренцева моря в качестве водоема-реципиента несопоставимо больше, чем таковая замкнутых внутренних водоемов, на примере которых был накоплен основной опыт акклиматизации гидробионтов. Исходя из этого, было высказано предположение о том, что полный цикл акклиматизации камчатского краба в Баренцевом море потребует не менее 5 его поколений, что должно составить минимум 40-50 лет с момента интродукции (Анисимова, 2003). Полувековой период, прошедший со времени проведения работ по искусственной интродукции камчатского краба, и более двух десятилетий регулярных научных наблюдений за состоянием его популяции в

Баренцевом море дают основания полагать, что сделанный более 10 лет назад прогноз в общих чертах оправдался.

Ненаблюдаемое в настоящее время значительное расширение границ ареала камчатского краба в северном и восточном направлениях, очевидная зависимость динамики его численности от интенсивности промысла и частоты появления урожайных поколений, а также отсутствие ярко выраженных антагонистических отношений с аборигенными видами (Манушин, Анисимова, 2005; Манушин, Анисимова, Любин, 2009; On the effect..., 2005; Jørgensen, Spiridonov, 2013) указывают на успешное завершение акклиматизации камчатского краба в пределах баренцевоморской части его атлантического ареала.

Динамика численности баренцевоморской популяции камчатского краба позволяет четко проследить первые 3 этапа ее формирования, соответствующие основным положениям акклиматизационной теории (рис. 4). Около 10 лет (приблизительно одно поколение¹) составил I – латентный – период акклиматизации (1961-1969 – 1974 гг.). II этап, в ходе которого происходило постепенное расширение ареала и увеличение численности популяции, занял около 20-25 лет (период смены 2-2,5 поколений). Продолжительность III этапа, характеризующегося резким увеличением скорости роста численности популяции, приблизительно оценивается в 5-7 лет (1998 – 2003-2005 гг.), что составляет немногим менее продолжительности жизни одного поколения.

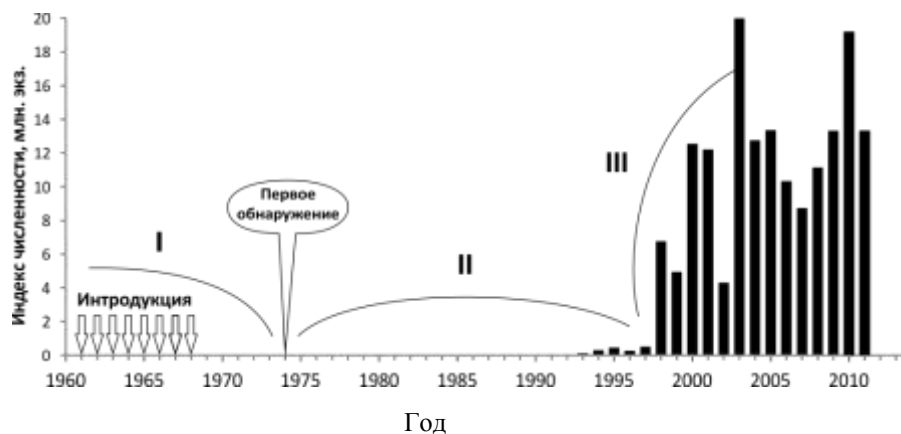


Рис. 4. Динамика численности популяции камчатского краба в Баренцевом море по данным учетных траловых съемок ПИНРО в 1993-2011 гг. и основные этапы формирования его популяции в соответствии с базовыми положениями теории акклиматизации. Римскими цифрами обозначены фазы акклиматизации

Достижение максимальной численности баренцевоморской части атлантической популяции камчатского краба совпало с двумя ключевыми

¹ Время, необходимое для смены одного поколения, соответствующее среднему возрасту начала размножения самок данной популяции.

моментами: началом ее промысловой эксплуатации (2004 г.) и резким изменением пространственной структуры. Если на первых двух этапах акклиматизации расселение крабов на восток проходило относительно низкими темпами², то по достижении популяцией максимальной численности динамика пространственного распределения резко изменилась. В течение нескольких лет, в результате активной миграции взрослых крабов, ядро промысловой части популяции сместилось с Западного Мурмана в открытые воды Восточного Прибрежного района и Канинской банки, где сформировалась мощная нагульная группировка взрослых особей, вплоть до настоящего времени составляющая основу всего промысла камчатского краба в Баренцевом море. Скорость формирования этой группировки иллюстрирует динамика распределения и добычи промысловых самцов краба в водах Баренцева моря в 2001-2006 гг., приведенная на рис. 5. Отмеченная ситуация хорошо согласуется с положением акклиматизационной теории, согласно которому усиление миграционной активности взрослых особей является одним из действенных механизмов снижения экстремальной плотности популяции.

В последующие годы, на фоне относительной стабилизации пространственной структуры популяции камчатского краба в Баренцевом море, основными факторами, определяющими динамику ее численности, стали частота появления урожайных поколений и интенсивность промысла.

Таким образом, многолетний мониторинг баренцевоморской популяции камчатского краба показал импульсный характер изменения ее пространственной структуры в ходе акклиматизации. Резкое перераспределение плотности поселения и расширение ареала произошли в результате усиления миграционной активности взрослой части популяции по достижении ею максимальной пороговой численности.

² Для постепенного расселения камчатского краба вдоль побережья Восточного Мурмана от района о-ва Кильдин до м. Святой Нос потребовалось около 25 лет (Анисимова, 2003). В ходе расселения вдоль берегов Восточного Мурмана, в 1977 г. крабы были отмечены в районе о-ва Малый Олений, в 1982 г. – в водах архипелага Семь Островов (Сенников, 1989), и в 1992 г. – районе м. Святой Нос (Сенников, 1993). Таким образом, потребовалось около 17 лет (от 13 лет до 21 года) для распространения камчатского краба от мест заселения в водах Западного Мурмана до района архипелага Семь Островов и еще около 10 лет для расширения ареала от архипелага Семь Островов до м. Святой Нос. Скорость распространения крабов на восток вдоль берегов Мурмана на этом этапе в среднем составила около 10-15 км/год. Однако, предполагая, что особи, пойманные вблизи архипелага Семь Островов в 1982 г., являются потомками крабов, выпущенных в 1961 г. в губе Дальнезеленецкая, а не в водах Западного Мурмана, продолжительность расселения крабов от губы Дальнезеленецкая до архипелага Семь Островов может составить около 20 лет, и еще около 10 лет – до района м. Святой Нос. В этом случае расселение крабов на восток проходило с меньшей скоростью – от 3,5 км/год на начальных этапах до 12,5 км/год – на конечных (Анисимова, 2003).

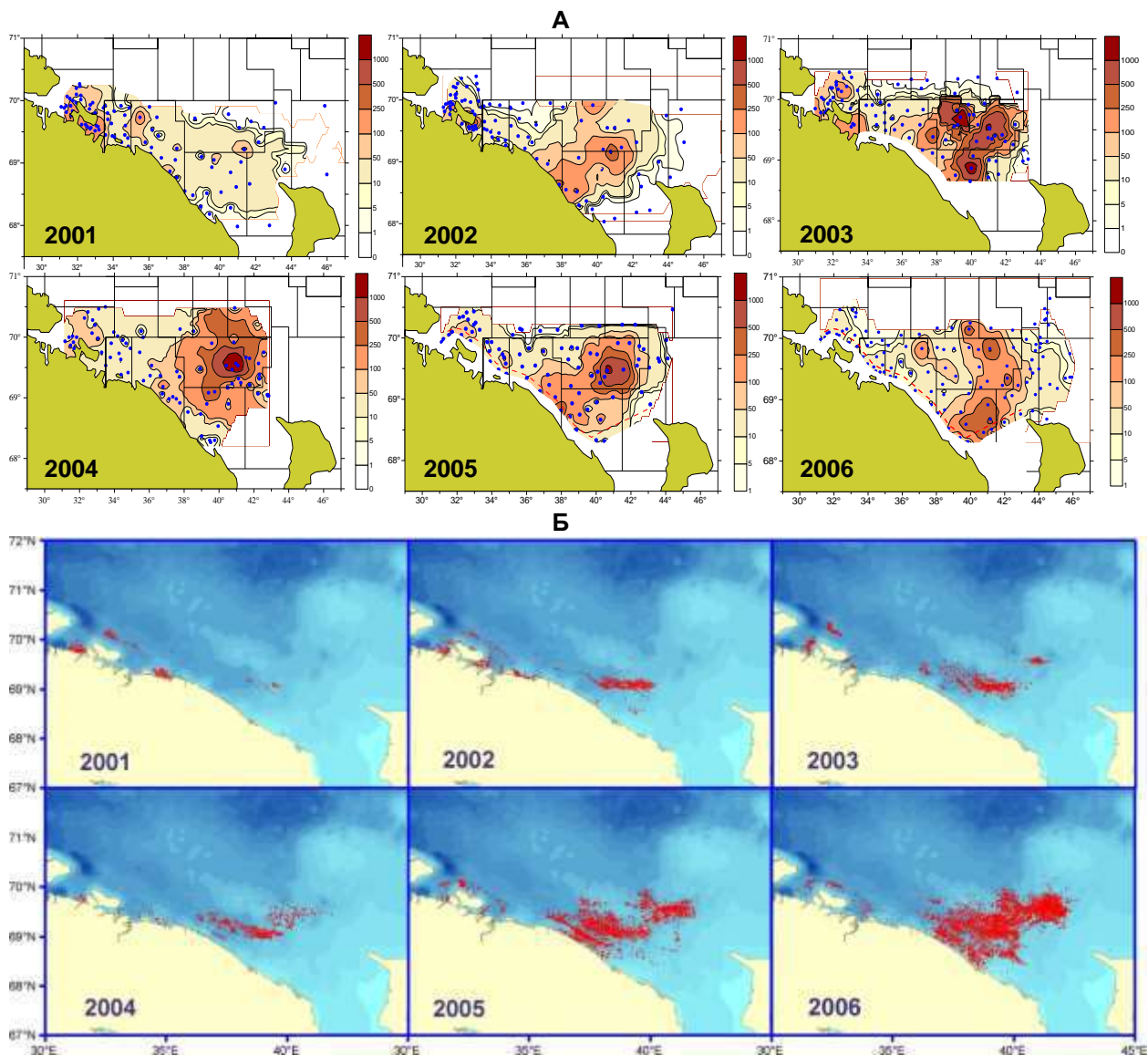


Рис. 5. Распределение промысловых самцов (экз./км²) (А) по данным учетных траловых съемок ПИНРО и динамика промысла камчатского краба (уловы более 500 экз. на промысловую операцию) (Б) в российских водах Баренцева моря в 2001-2006 гг.

Краб-стригун опилио в Баренцевом море. В отличие от камчатского краба, процесс интродукции которого детально документирован, время появления краба-стригуна опилио в Баренцевом море неизвестно. Единственной отправной точкой, исходя из которой можно проследить ход формирования современной баренцевоморской популяции этого вида, является дата его первой находки в Баренцевом море.

В мае 1996 г. на Северном склоне Гусиной банки (72°10 с.ш., 46°13 в.д.) в улове донным креветочным тралом был обнаружен первый в Баренцевом море экземпляр *Chionoecetes opilio* (самка без икры) с шириной карапакса (ШК) 42 мм. Еще 4 взрослых самца с ШК от 60 до 90 мм пойманы в этом же районе при промысле трески и пикши в ноябре-декабре

того же года. С мая 1996 г. по май 2000 г. были документально зарегистрированы поимки 19 крабов, в последующие 2 года (с мая 2000 г. по декабрь 2002 г.) в ПИНРО поступили сообщения о поимке еще 58 экз. (Павлов, Соколов, 2003). С декабря 2002 г. по февраль 2005 г. в траловых уловах было зарегистрировано уже 578 экз. краба-стригуна опилио.

Большая часть попаданий *S. opilio* в промысловые тралы была зарегистрирована в юго-восточной части Баренцева моря, преимущественно на Гусиной банке. Однако единичные экземпляры отмечены в траловых уловах далеко за границами этого района – почти в пределах всей южной части баренцевоморского шельфа (рис. 6). Таким образом, первые находки опилио в Баренцевом море выявили неожиданно широкую для интродуцента область распространения в новом для вида районе обитания.

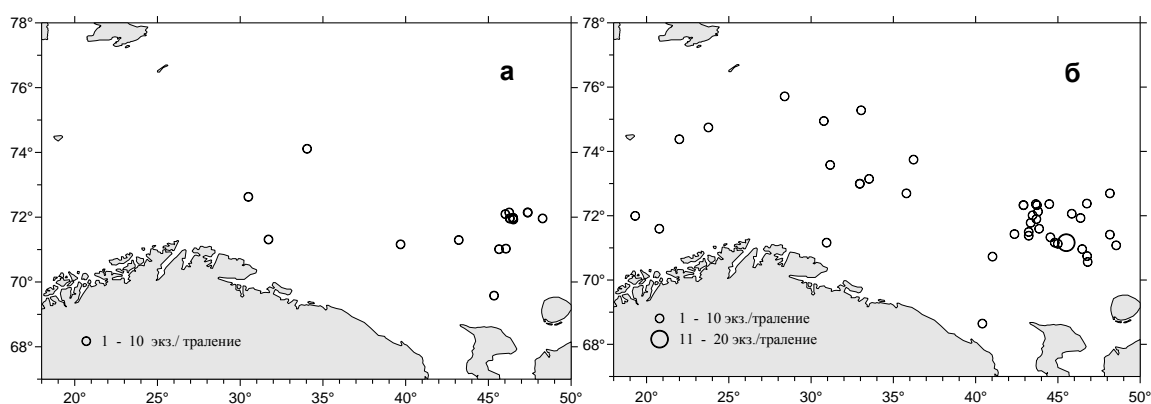


Рис. 6. Места поимок краба *S. opilio* в Баренцевом море в 1996-2000 гг. (а) и 2000-2002 гг. (б) (Павлов, Соколов, 2003)

До 2004 г. информация о находках *S. opilio* в Баренцевом море поступала в основном от научных наблюдателей ПИНРО на промысле рыб донных видов (в основном треска и пикша). Количество крабов в уловах промысловыми тралами, как правило, не превышало 1-3 экз. за 3-5 ч траления. С одной стороны, это свидетельствует о низкой плотности поселения краба опилио в этот период, с другой – крупная (125-135 мм) ячея кута промысловых тралов практически исключала попадания в улов мелкоразмерных особей.

Ситуация радикально изменилась в 2004 г., когда ПИНРО и норвежский Институт морских исследований начали ежегодно проводить совместные экосистемные съемки Баренцева моря. Плотное расположение станций, охватывающих практически весь баренцевоморский шельф (кроме районов, закрытых льдом), мелкая (22 мм) ячея кутовой вставки кривоточного трала Sampelen-1800, используемого в качестве стандартного орудия лова, и стандартное время траления (15 мин) сделали эту съемку ис-

ключительно удобным инструментом ежегодного мониторинга состояния популяции краба-стригуна опилю в Баренцевом море.

Первая экосистемная съемка в 2004 г. подтвердила широкое распространение краба опилю в пределах восточной части Баренцева моря при достаточно низкой плотности его распределения. Последующие съемки продемонстрировали процесс постепенного нарастания частоты встречаемости на фоне сохранения низкого уровня плотности вплоть до 2010 г., а затем, начиная с 2011 г., стремительное увеличение общей численности популяции и плотности поселения крабов в приноземельских водах (рис. 7).

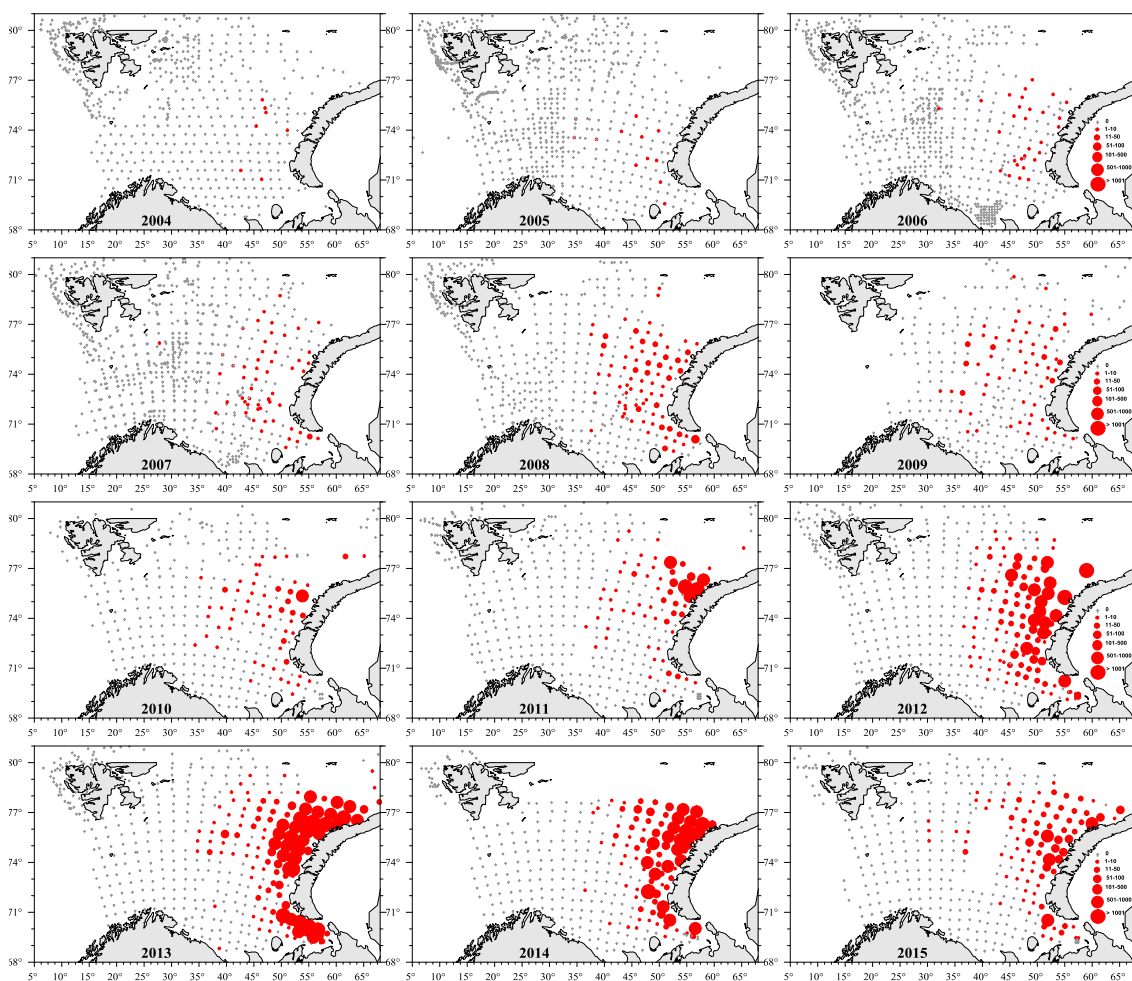


Рис. 7. Уловы краба-стригуна опилю в Баренцевом море в 2004-2015 гг. по результатам экосистемных съемок

Если общее количество пойманных за съемку крабов и их средний улов за траление рассматривать в качестве индексов общей численности популяции, то динамика этих показателей за последние 10 лет (рис. 8) дает основание полагать, что процесс натурализации краба-стригуна опилю в

Баренцевом море идет по классическому сценарию акклиматизационной теории и в общих чертах совпадает с ходом формирования популяции камчатского краба (см. рис. 4).

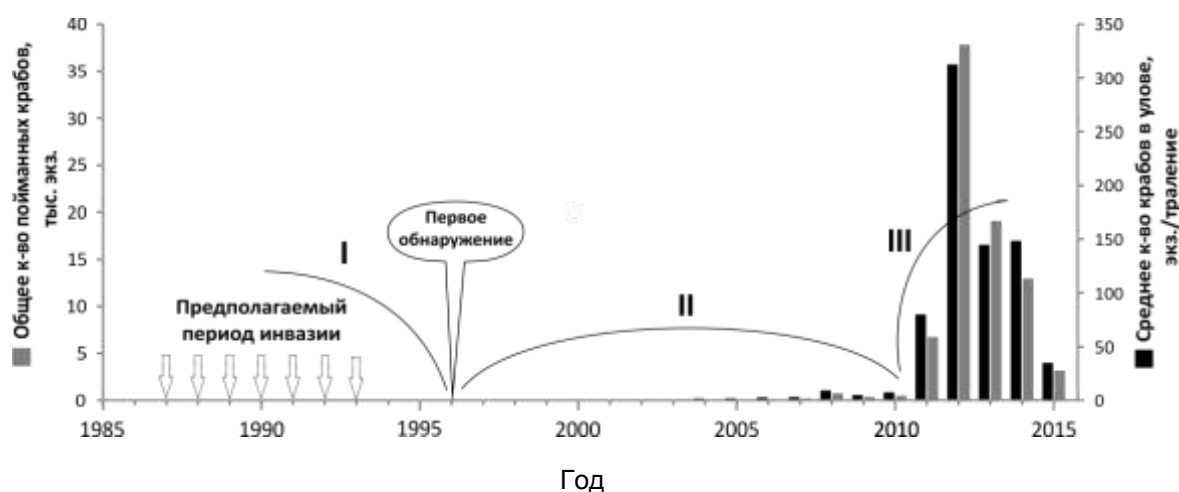


Рис. 8. Динамика вылова краба-стригуна опилию в Баренцевом море по результатам экосистемных съемок 2004-2015 гг. и основные этапы формирования его популяции в соответствии с базовыми положениями теории акклиматизации (Карпевич, 1975). Римскими цифрами обозначены фазы акклиматизации

Временные границы отдельных этапов акклиматизации достаточно условны, однако волонтаристский выбор определенных «реперных» точек для их разграничения позволяет провести приблизительный сравнительный анализ продолжительности основных этапов акклиматизации в Баренцевом море камчатского краба и краба-стригуна опилию. В качестве таких «реперных» точек были выбраны следующие ориентиры:

- период инвазии (если он известен);
- дата начала обнаружения;
- год первого резкого увеличения численности;
- год регистрации максимальной численности.

Использование этих ориентиров позволило условно разделить временную шкалу формирования сравниваемых акклипопуляций камчатского краба и краба-стригуна опилию на I, II и III этапы (см. рис. 4, 8) и ориентировочно определить их продолжительность (табл. 2).

Несмотря на детальное описание хода работ по интродукции камчатского краба, даже условная продолжительность I этапа его акклиматизации в Баренцевом море из-за растянутого срока заселения (см. табл. 2) может быть оценена лишь приблизительно. Тем не менее, если для расчетов использовать середину периода инвазии (1964-1965 гг.), то продолжительность I этапа составляет 9-10 лет, что, согласно основным положениям теории акклиматизации, соответствует среднему возрасту вступления крабов в репродуктивную часть популяции. Продолжительность I этапа акклима-

тизации краба-стригуна опилио неизвестна из-за отсутствия документальных данных о времени его инвазии в Баренцево море.

Таблица 2

Основные этапы акклиматизации камчатского краба и краба-стригуна опилио в Баренцевом море

Этап акклиматизации	Временной ориентир	Годы, продолжительность этапа	
		Камчатский краб	Краб-стригун опилио
I	Период между интродукцией и первой находкой	1961-1968 – 1974 гг., 6-13 лет	?– 1996 гг. ?
II	Период между первой находкой и вспышкой численности	1974-1998 гг., 24 года	1996-2011 гг., 15 лет
III	Период вспышки численности	1998-2003 гг., 6 лет	2011-2013 гг., 3-4 года

Длительность II этапа акклиматизации (период между первым обнаружением и началом вспышки численности) составила у камчатского краба около 24 лет, и около 15 лет – у краба-стригуна опилио.

Продолжительность вспышки численности (III этап акклиматизации) камчатского краба оценивается приблизительно в 6 лет. Для краба-стригуна опилио длительность этого периода менее очевидна. Однако с учетом того, что данные за 2012 г. скорее всего завышены³ и максимум индекса численности приходится на 2013-2014 гг. (см. рис. 8), продолжительность III этапа акклиматизации краба-стригуна опилио в Баренцевом море ориентировочно можно принять равной 3-4 годам. Косвенным подтверждением этого предположения могут служить модельные расчеты динамики численности промыслового запаса опилио в Баренцевом море, согласно которым «...при отсутствии промысла... биомасса, равная биомассе максимально устойчивого вылова, может быть достигнута к 2014-2015 гг.» (Баканев, Павлов, 2010).

Определение временных границ и продолжительности IV и V этапов как для камчатского краба, так и для краба-стригуна опилио трудновыполнимо, так как характерное для биологии этих видов периодическое появление урожайных поколений и влияние промысла, который для обоих видов был начат уже на III этапе формирования их популяций, вносят значительные коррективы в теоретическую картину динамики численности популяций акклиматизантов.

³ Результаты экосистемной съемки в 2012 г. выявили резкий скачок не только индекса численности краба-стригуна опилио, но и почти двукратное увеличение средней биомассы прилова всех бентосных организмов. Данный эффект был отмечен только на одном из пяти судов, принимавших участие в съемке. Это позволяет предположить, что резкий рост индексов численности краба опилио в 2012 г. является артефактом и вызван увеличением уловистости учетного трала по отношению к бентосным организмам в результате изменения технических параметров при его настройке.

Таким образом, сравнение динамики численности популяций двух рассматриваемых вселенцев показало, что скорость прохождения популяции краба-стригуна опилио через основные этапы акклиматизации приблизительно в 1,5-2 раза выше, чем камчатского краба. Данный вывод прямо соответствует положению акклиматизационной теории, согласно которому скорость адаптации акклиматизанта к условиям нового местообитания определяется продолжительностью его жизненного цикла. Средняя продолжительность жизни камчатского краба различными авторами оценивается в 20-25 лет (Левин, 2001), краба-стригуна опилио – в 10-19 (до 25) лет (Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). Средний возраст достижения половой зрелости и вступления в репродуктивную часть популяции у камчатского краба оценивается в 8-10 лет (Левин, 2001), у опилио – в 6-8 лет (Федосеев, Слизкин, 1988; Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). Таким образом, по усредненным оценкам, продолжительность ключевых этапов жизненного цикла краба-стригуна опилио приблизительно в 1,5 раза короче, чем камчатского краба.

Экстраполяция полученных обобщений на продолжительность I этапа акклиматизации *C. opilio* позволила предположить, что его инвазия в воды Баренцева моря могла произойти между 1987 и 1993 гг. (см. рис. 8). Шесть лет, отделяющие условную середину этого периода, и год первого обнаружения опилио в Баренцевом море, как и в случае с камчатским крабом, приблизительно соответствуют возрасту наступления половой зрелости опилио в нативной части его ареала.

В настоящее время дискутируются несколько вариантов возможного проникновения краба-стригуна опилио в Баренцево море как естественным путем, так и с участием человеческого фактора. Среди возможных путей естественного проникновения обсуждается занос личинок с поверхностными течениями (Life-history of..., 2014), а также «пеший» переход взрослых особей из Чукотского моря Северным морским путем (Денисенко, 2013; Соколов, 2014; Sundet, 2014). По мнению сторонников этой точки зрения, причиной естественного расширения традиционной области обитания опилио могло послужить устойчивое потепление, наблюдающееся в Арктике в течение последних десятилетий. Данная точка зрения, однако, не может объяснить, почему всего несколько лет с положительными температурными аномалиями привели к появлению краба опилио на акватории Баренцева моря в начале 1990-х годов, в то время как более длительный и не менее мощный период «потепления Арктики» середины прошлого столетия (Бойцов, 2008) оказался «нерезультативным» в этом плане.

В качестве одного из антропогенных вариантов инвазии рассматривается случайный занос *C. opilio* в воды Баренцева моря с партиями кам-

чатского краба во время работ по его интродукции (Иванов, 2001; Денисенко, 2013).

Однако наиболее популярным в настоящий момент способом инвазии опилио в Баренцево море является занос личинок с балластными водами судов, следующих либо Северным морским путем из Тихого океана, либо путем танкерных перевозок из Северо-Западной Атлантики.

Исследование генетического сходства баренцевоморских особей с представителями из Берингова моря, нескольких районов юго-западной Гренландии и восточного побережья Канады, предпринятые группой норвежских и канадских исследователей, не дали однозначного результата (Population genetics – snow..., 2014). Одинаково высокую степень генетического сходства с баренцевоморскими крабами показали тестовые выборки особей как с атлантического побережья Канады, так и из Берингова моря.

Очевидно, что возможный занос личинок с балластными водами, так или иначе, должен быть связан с морскими транспортными перевозками. Экскурс в эту область экономической деятельности в западной части арктического бассейна обращает внимание на один из эпизодов хозяйственного освоения акватории Баренцева моря. В 1986 г. на о-ве Колгуев была начата первая на акватории Баренцева моря промышленная разработка «Песчаноозерского» нефтегазового месторождения. Вывоз нефти с острова осуществляли танкерами, загрузка которых проходила в море с помощью плавучих джокеров. Регулярные рейсы танкеров совершались с июля по октябрь, и вся нефть с острова шла на экспорт. Таким образом, предположительный период появления *C. opilio* в водах южной части Баренцева моря практически полностью совпадает с началом регулярных танкерных перевозок нефти через южную часть акватории Баренцева моря.

Приведенные выше соображения, при всей очевидности их спекулятивности, тем не менее являются еще одним доводом в пользу «западно-балластной» теории инвазии краба-стригуна опилио.

Анализируя динамику распространения краба-стригуна опилио в Баренцевом море по результатам экосистемных съемок, интересно отметить, что за последнее десятилетие (2004-2014 г.) количество его регистраций на станциях экосистемной съемки в западной части Баренцева моря не только не увеличилось, но даже несколько уменьшилось (см. рис. 7). Не исключено, что причиной отсутствия заметного увеличения численности краба опилио в западном секторе Баренцева моря является климатическая ситуация, характеризующаяся неблагоприятными для него положительными температурными аномалиями, которые уже второе десятилетие господствуют в Баренцевом море.

Абсолютно иная картина отмечена на восточной границе распространения баренцевоморской популяции краба-стригуна опилио. Исследо-

вания последних лет показали стремительное увеличение находок краба в западном секторе Карского моря – районе, где ранее за всю историю изучения арктической донной фауны не зарегистрировано ни одного случая обнаружения этого вида (Список видов свободноживущих..., 2001).

Краб-стригун опилио в Карском море. В отличие от Баренцева моря, где ежегодно проводятся экосистемные съемки, Карское море не охвачено аналогичными исследованиями и информация по крабу опилио фрагментарна (рис. 9).

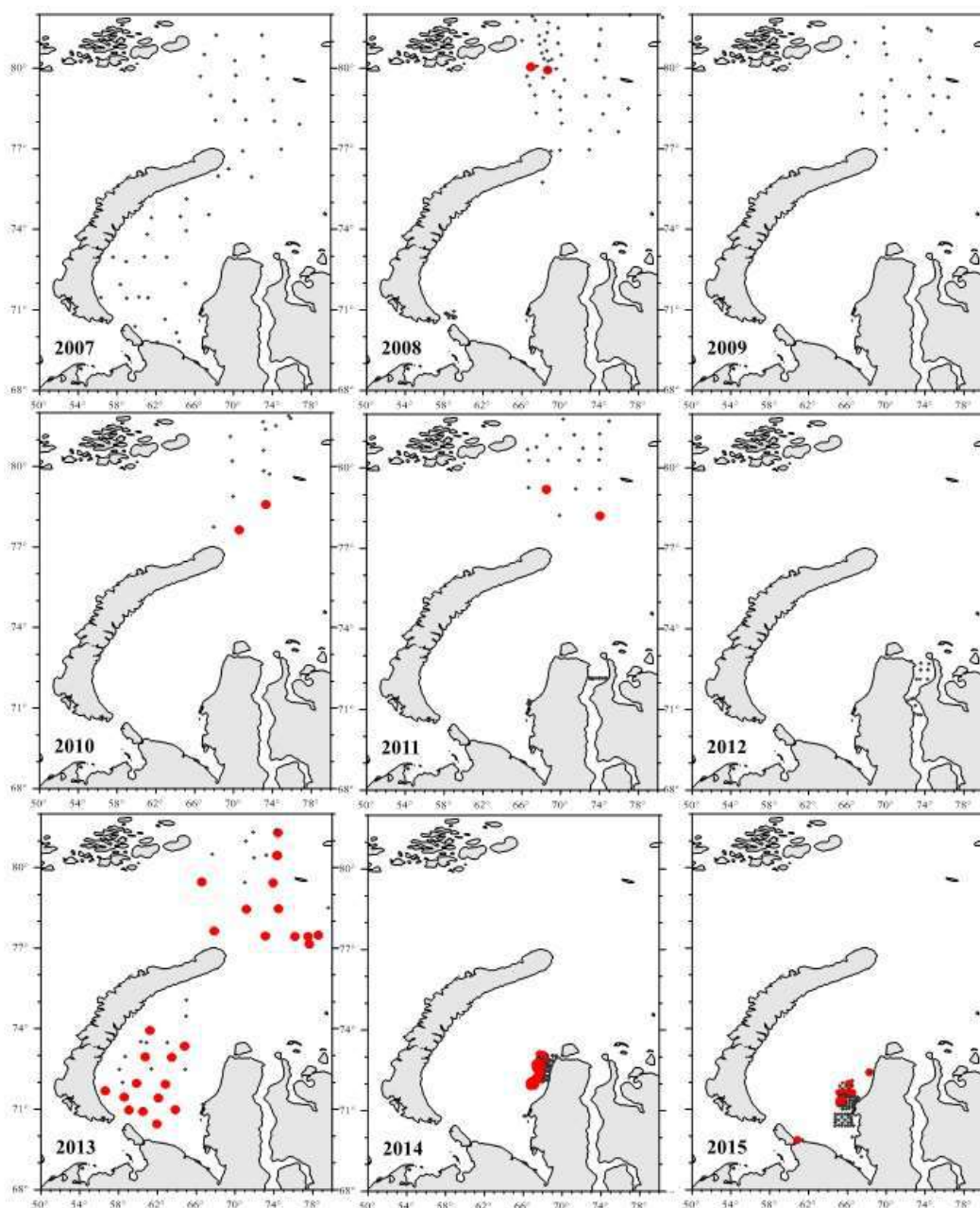


Рис. 9. Положи научных донных тралений, выполненных ПИНРО (черные крестики), и места регистрации краба-стригуна опилио в траловых уловах (красные точки) в Карском море в 2007-2015 гг.

Траловая донная съемка, выполненная Полярным институтом в Карском море в 2007 г., выявила отсутствие краба-стригуна опилио в пределах всей западной части моря – от губы Байдарацкая до северных районов желоба Святой Анны (см. рис. 9) (Анисимова, Любин, Менис, 2008).

С 2008 по 2011 г. траловые исследования, проводимые ПИНРО в Карском море, ограничивались районом желоба Святой Анны, где ранее были обнаружены скопления молоди черного палтуса. За 4 года в этом пограничном с Баренцевым морем районе проведено 156 тралений, из которых в 6 обнаружен *C. opilio* в количестве 8 экз. (см. рис. 9).

В 2012 г. работы, выполняемые Полярным институтом в Карском море, проходили в северной части Обской губы, где краб не зарегистрирован ни в одном из донных тралений (см. рис. 9). В том же году Мурманским морским биологическим институтом в ходе обширных комплексных исследований в западной части Карского моря было проведено более 90 донных ихтиологических тралений (рис. 10), в уловах 3 из них обнаружено 4 крупных взрослых самца краба-стригуна опилио с ШК от 86 до 96 мм (Зими́на, 2014). Все находки сделаны на восточном склоне Приновоземельского желоба напротив прол. Маточкин Шар на глубине 142-335 м, в оставшейся части съемки краб-стригун опилио в уловах не был встречен.

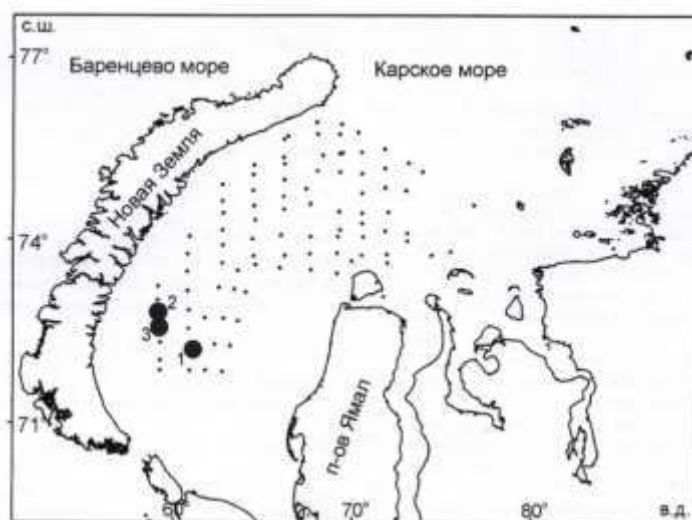


Рис. 10. Места находок краба-стригуна опилио в ходе экспедиции ММБИ в 2012 г. в Карском море (Зими́на, 2014). Точками указаны позиции донных тралений; кругами – места поимки краба-стригуна опилио

В 2013 г. донная тралово-акустическая съемка, предпринятая ПИНРО в юго-западной части Карского моря, выявила неожиданно широкое распространение краба-стригуна опилио в области пограничных с Баренцевым морем проливов Югорский Шар, Карские Ворота и Маточкин Шар (см. рис. 9). В ходе съемки *C. opilio* был зарегистрирован в количестве

134 экз. в уловах 13 из 22 тралов на глубине 99-310 м. Наибольший улов составил 56 экз. за 30 мин траления в районе прол. Карские Ворота. В том же году, во время проведения экосистемной съемки, краб-стригун опилио в количестве 77 экз. был обнаружен в уловах еще 13 из 34 тралений, выполненных в северной части Карского моря в районе желоба Святой Анны и о-ва Визе на глубинах 100-508 м. Наибольший улов составил 25 экз. за 15 мин траления.

Исследования ПИНРО в Карском море в 2014 г. дали еще более неожиданные результаты: в ходе проведения прибрежной траловой съемки у северо-западной оконечности п-ова Ямал (см. рис. 9) было обнаружено многочисленное поселение краба-стригуна опилио всех размерных категорий, включая многочисленную молодежь, икроносных самок и крупных самцов (рис. 11). Крабы зарегистрированы в 62 из 114 тралений, выполненных на глубинах 35-144 м. Общий улов *S. opilio* в небольшом по площади районе съемки составил около 6,5 тыс. экз., максимальный превысил 420 экз. за 15 мин траления, средний результативный улов крабов на различных участках обследованной акватории варьировал от 20 до 100 экз. На глубинах от 35 до 100 м в уловах преобладали мелкие ювенильные особи, глубже 100 м облавливались в основном половозрелые самцы и икроносные самки.

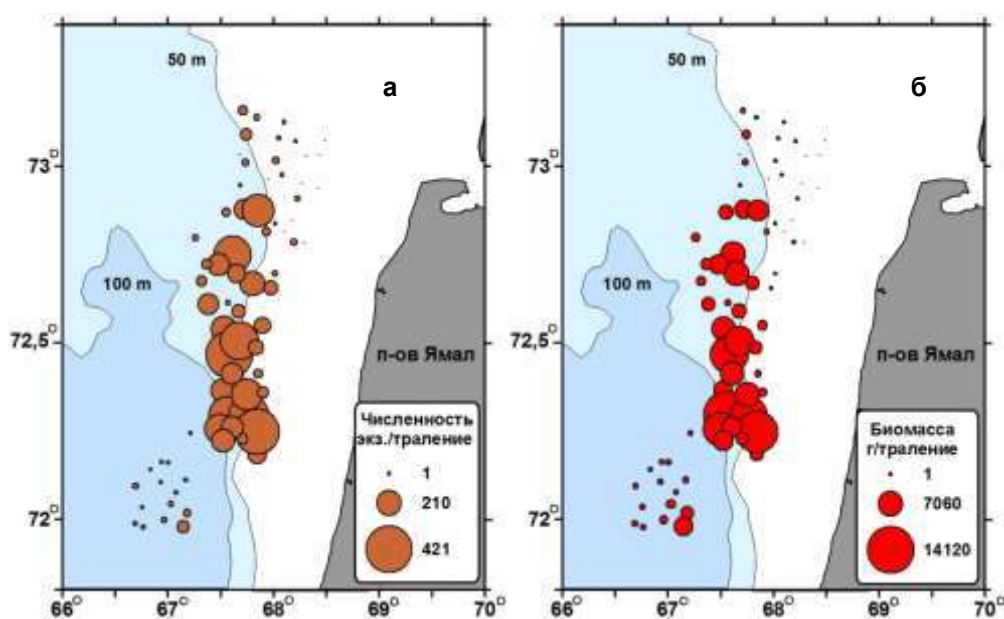


Рис. 11. Численность (а) и биомасса (б) краба-стригуна опилио у северо-западной оконечности п-ова Ямал в 2014 г. по данным траловой съемки ПИНРО

Исследования в 2015 г. подтвердили наличие поселений *S. opilio* в районе прол. Югорский Шар и у западного побережья п-ова Ямал к северо-

западу от о-вов Шараповы Кошки (см. рис. 9). В то же время траления, проведенные южнее, показали отсутствие краба на всей акватории губы Байдарацкая и юго-западного побережья п-ова Ямал (рис. 12).

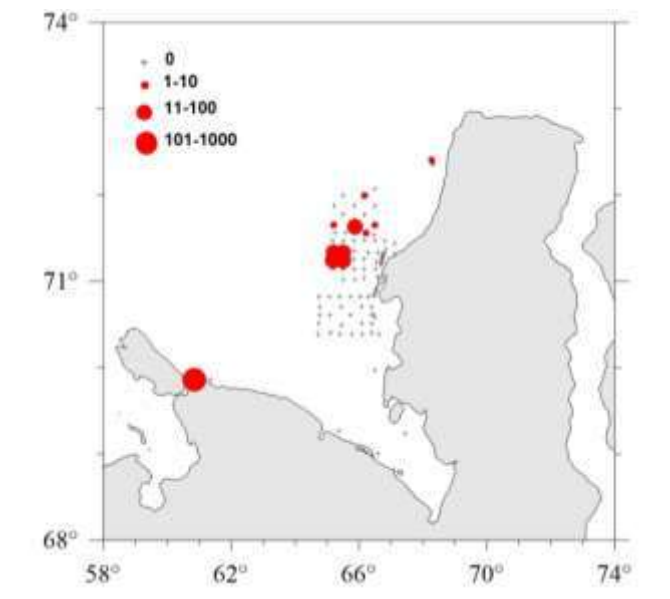


Рис. 12. Численность краба *C. opilio* в южной части Карского моря в 2015 г. по данным траловых съемок ПИНРО, экз./траление

В районе прол. Югорский Шар на глубине около 100 м за 20 мин траления было поймано 250 экз. *C. opilio* общей массой 7,1 кг. В улове присутствовали 144 самца с ШК от 13 до 64 мм и 106 самок с ШК от 14 до 49 мм. У берега п-ова Ямал в уловах 10 тралений на глубинах более 50 м изъято 170 крабов. Максимальный улов составил 45 экз. за 20 мин траления. Более половины пойманных крабов оказались самками с ШК от 12 до 67 мм, все половозрелые самки (48 из 94 особей) имели под брюшком полноценные кладки икры. Самцы были представлены особями с ШК от 28 до 81 мм.

Таким образом, полученные в 2014-2015 гг. данные по обилию молоди на прибрежных мелководьях и наличие многочисленных икроносных самок дают основания полагать, что в настоящее время краб-стригун опилио успешно размножается в Карском море и активно наращивает численность не только за счет проникновения личинок из Баренцева моря (см. гл. 2.2), но и за счет реализации собственного репродуктивного потенциала.

География первых находок и повышенные концентрации особей в районе южных проливов и у северной оконечности архипелага Новая Земля свидетельствуют о том, что источником формирования поселений краба опилио в Карском море является его баренцевоморская популяция. Оче-

видность этого факта заставляет также признать несостоятельность предположения о восточном пути проникновения краба опилио в воды Баренцева моря из Чукотского путем «пешего перехода» через Восточно-Сибирское море и море Лаптевых.

По-видимому, в настоящее время в Карском море успешно формируются две основные группировки краба-стригуна опилио. Наиболее многочисленная группировка располагается в юго-западной части моря в области западного циклонического круговорота, образованного водами Ямальского и Восточно-Новоземельского течений (Петров, Широколов, Крымский, 1989), менее многочисленная – в северной части моря (в районе желоба Святой Анны и западных склонов Центральной Карской возвышенности) в области проникновения из Баренцева моря вод относительно теплого Новоземельского течения (рис. 13).

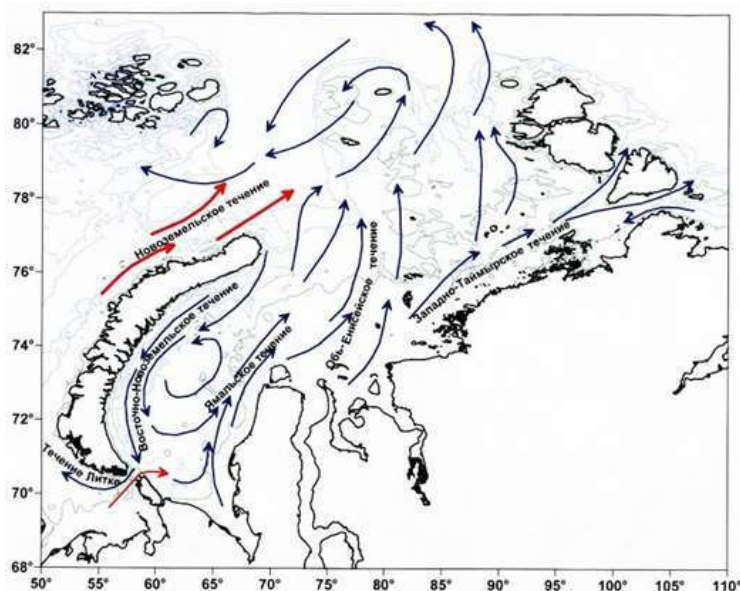


Рис. 13. Схема поверхностных течений Карского моря. Красными стрелками обозначены теплые течения, синими – холодные (Атлас океанов..., 1980)

Анализ динамики регистрации краба-стригуна опилио в Карском море свидетельствует о том, что расширение его баренцевоморского ареала в восточном направлении, как и в случае камчатского краба, имеет импульсный характер. Стремительное увеличение численности опилио в западной части Карского моря по времени совпадает с достижением пика численности его баренцевоморской популяции в 2013-2014 гг.

Анализ донного населения в прибрежных водах северо-восточной оконечности п-ова Ямал, где в 2014 г. были обнаружены плотные скопления краба-стригуна опилио, показал, что, как и в Баренцевом море, массовые поселения молоди краба приурочены к области распространения наиболее продуктивных донных сообществ с доминированием двустворча-

тых моллюсков *Macoma calcarea* и *Astarte borealis* (см. гл. 2.2). Согласно недавним исследованиям (Кийко, Погребов, 2015), сообщества этого типа широко распространены также на Обь-Енисейском мелководье и в южной части Центральной Карской возвышенности. По данным этих авторов и результатам исследований, проведенных ПИНРО в 2014 г., средние значения биомассы бентоса в этих районах в настоящее время составляют около 200-300 г/м². Это высокие показатели, хотя следует отметить, что они как минимум в 1,5 раза ниже, чем у аналогичных сообществ в восточной части Баренцева моря.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что имеющаяся в настоящее время удовлетворительная кормовая база и благоприятные абиотические условия способствуют формированию в Карском море самостоятельной популяции краба-стригуна опилио. Об этом говорит и стремительное увеличение его численности в водах западного сектора моря. Однако исходя из того, что плотность (численность) популяции в первую очередь определяется емкостью среды водоема реципиента, важнейшим показателем которой являются количественные характеристики кормовой базы, от краба опилио в Карском море не следует ожидать промыслового потенциала, сопоставимого с таковым его современной популяции в Баренцевом море.

Кроме того, анализ многолетних изменений бентоса в западной части Карского моря показал как минимум в 2 раза более высокие значения его биомассы в настоящее время (2012-2014 гг.) по сравнению с более холодными годами начала прошлого столетия (Кийко, Погребов, 2015). В случае, если отмеченное увеличение биомассы бентоса связано с потеплением в Арктическом регионе, можно ожидать, что возвращение к климатической норме (и тем более похолодание) негативно повлияет на состояние кормовой базы краба-стригуна опилио в Карском море и как следствие – на количественные характеристики его популяции.

Отслеживание дальнейшей судьбы краба *C. opilio* в Карском море требует регулярных мониторинговых наблюдений (траловых съемок), аналогичных тем, которые проводят сотрудники ПИНРО в настоящее время в Баренцевом море.

2. УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

2.1. АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Климат Баренцева моря определяется его географическим положением, непосредственной связью с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами и режимом крупномасштабной циркуляции атмосферы. Он относится к полярному морскому типу и характеризуется неустойчивой погодой, продолжительной, но относительно мягкой зимой, коротким холодным летом, сравнительно низкой температурой воздуха и большой относительной влажностью (Гидрометеорологические условия шельфовой..., 1985).

По сравнению со всеми морями российской Арктики климат Баренцева моря отличается более высокой температурой воздуха, мягкими зимами и большим количеством осадков. Суровость климата возрастает с юга на север и с запада на восток. Баренцево море относится к ледовитому, в холодные годы до 3/4 его поверхности покрывается льдом, оно никогда не замерзает полностью благодаря притоку теплых атлантических вод, препятствующих охлаждению поверхностного слоя до температуры замерзания.

Летом ослабленная атмосферная циркуляция и приток солнечной радиации способствуют прогреву поверхностного слоя моря. В холодный период года, наоборот, атмосферные процессы протекают гораздо интенсивнее и длительнее, с частой сменой воздушных масс, поверхность моря становится неоднородной вследствие образования ледяного покрова, поэтому и климатические различия проявляются резче (Гидрометеорология и гидрохимия морей..., 1990). В зимний период приток солнечной радиации равен нулю и происходит непрерывное выхолаживание моря. Общий теплозапас деятельного слоя моря в основном пополняется адвекцией тепла течениями.

В северной части моря господствуют арктические воздушные массы, а на юге – воздух умеренных широт. На границе этих двух воздушных масс образуется атмосферный арктический фронт, направленный в общем от северной оконечности архипелага Новая Земля через о-ва Медвежий и Ян-Майен к о-ву Исландия. Здесь часто образуются циклоны и антициклоны, с прохождением которых связан характер погоды в Баренцевом море и ее устойчивость в различные сезоны.

Атмосферное давление и ветер. Сезонная изменчивость атмосферных процессов является климатической особенностью высоких широт. Деление года на сезоны выполнено с учетом изменений в циркуляции атмосферы – развитии циклонической и антициклонической деятельности, смене направления воздушных течений, режиме погоды. Зимой погода над экваторией моря формируется под воздействием ложбины Исландского минимума (рис.

14а). Для этого периода характерны сплошная облачность, частые осадки, сравнительно небольшой годовой ход температуры воздуха. В январе через Баренцево море в среднем проходит 7-8 циклонов. Замечено, что траектории циклонов чаще расположены над теплыми течениями, поэтому районы наибольшей повторяемости сильных ветров, бóльшей облачности и осадков совпадают с зонами действия теплых течений.

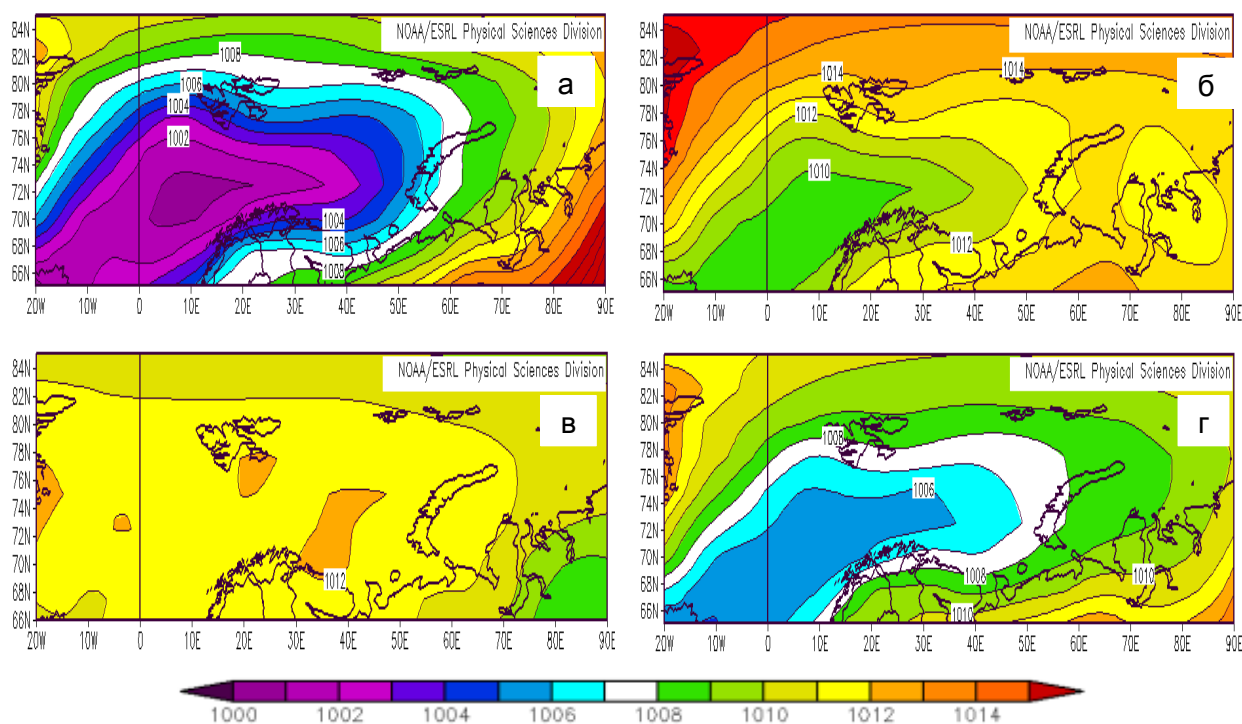


Рис. 14. Среднеголетние поля атмосферного давления на уровне моря (гПа) за 1981-2010 гг.: а – зима; б – весна; в – лето; г – осень (NOAA, 2016b)

Ложбина начинает заполняться с наступлением весеннего сезона, который характеризуется малоградиентным полем атмосферного давления и преобладанием ветров северо-восточного направления, при этом отмечается интенсивный рост температуры воздуха и начало таяния льдов. Наступление весны на юге и севере акватории происходит одновременно, с задержкой в месяц.

Режим ветра над морем определяется в основном характером барического поля и картина распределения средней скорости ветра по сезонам соответствует барическому рельефу в эти сезоны (рис. 15). Зимой под воздействием глубокой ложбины в южной части Баренцева моря преобладают ветры юго-западных и южных направлений. В восточных районах моря преобладающими являются юго-восточные и восточные ветры. Северная часть моря находится под действием северо-восточных и восточных потоков воздуха. В результате активной циклонической деятельности в зимний период отмечается максимальное количество штормовых дней (ветер скоростью

15 м/с и более), достигающее на западе моря в среднем 15-16 дней в месяц (декабрь-февраль) (рис. 16). Средняя продолжительность штормов зимой составляет 8-10 ч. Абсолютный максимум количества штормовых дней зафиксирован в январе 2006 г. и в феврале и марте 2015 г. (табл. 3).

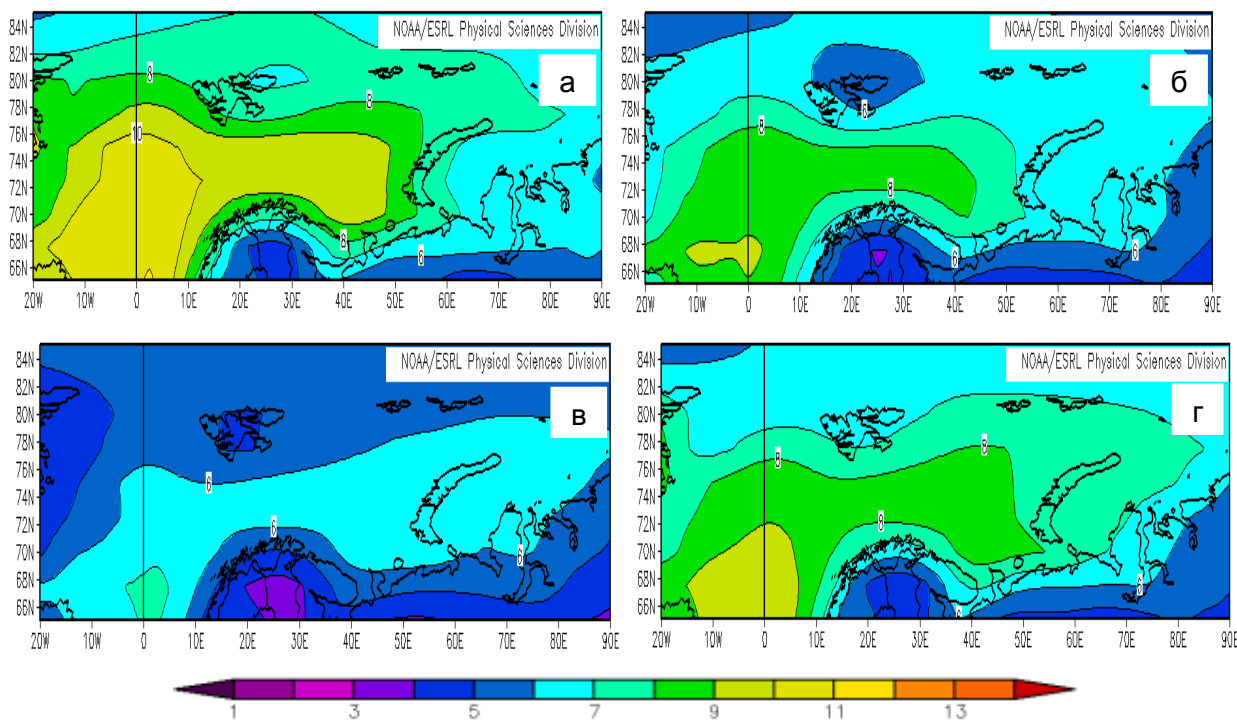


Рис. 15. Среднегодовое количество (м/с) ветра за 1981-2010 гг.: а – зима; б – весна; в – лето; г – осень (NOAA, 2016b)

Таблица 3

Максимальное количество штормовых дней в Баренцевом море по данным за 1981-2015 гг. по месяцам (данные ФГБУ «Мурманское УГМС»)

Часть моря	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Западная	<u>26*</u>	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>18</u>	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>15</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>25</u>
	2006	2015	2015	2014	2005	2015	1995	2013	2012	2007	2015	2013
Центральная	<u>22</u>	<u>24</u>	<u>22</u>	<u>17</u>	<u>12</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>13</u>	<u>20</u>	<u>23</u>	<u>23</u>
	2000	2003	2000	2014	2015	2009	2009	2003	2014	2007	2013	2013
Восточная	<u>19</u>	<u>24</u>	<u>21</u>	<u>15</u>	<u>11</u>	<u>10</u>	<u>7</u>	<u>10</u>	<u>17</u>	<u>19</u>	<u>24</u>	<u>25</u>
	2013	2012	2015	2009	2015	2009	2012	2003	2007	2013	2014	2013

*Над чертой – количество дней; под чертой – год.

Весной происходит перестройка поля атмосферного давления, однако направления преобладающих ветров сохраняются: над южной частью моря преобладают юго-западные ветры, над северной – восточные и северо-восточные. Средняя месячная скорость ветра уменьшается до 5-6 м/с на северо-востоке и до 7-8 м/с – на остальной части моря (см. рис. 15б). Повторя-

ежность штормовых ветров составляет 1-4 %, а их средняя продолжительность – 5-8 ч.

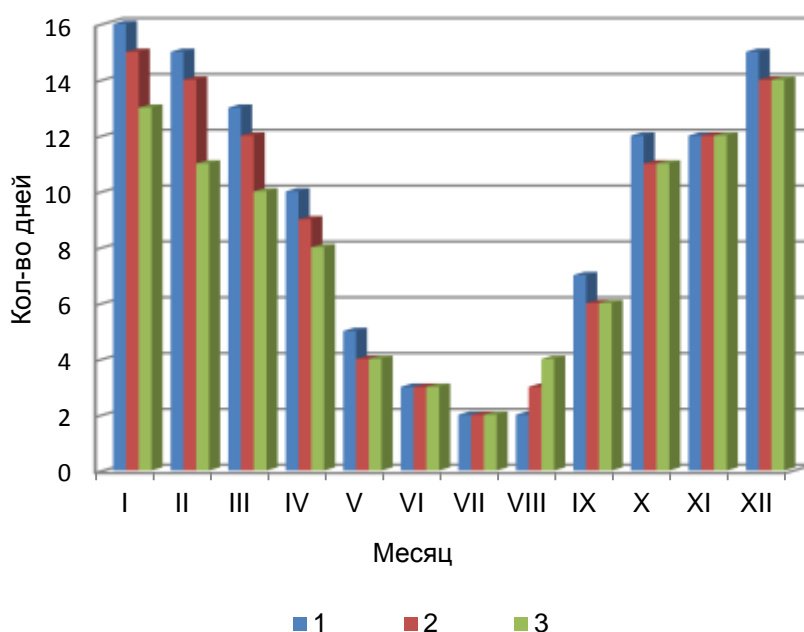


Рис.16. Среднемноголетнее количество штормовых дней в западной (1), центральной (2) и восточной (3) частях Баренцева моря за 1981-2010 гг. (по данным ФГБУ «Мурманское УГМС»)

Летом над однородной и холодной подстилающей поверхностью образуется малоградиентное поле высокого давления, почти над всем морем господствуют воздушные потоки северных направлений. Средняя месячная скорость ветра на большей части акватории составляет 5-6 м/с (см. рис. 15в). По данным многолетних наблюдений, в летний период отмечается минимальное (2-4) количество штормовых дней (см. рис. 16), хотя в отдельные годы оно может достигать 9-10 (см. табл. 3).

Осенью происходит активизация циклонической деятельности, сопровождающаяся увеличением количества циклонов, которые перемещаются в район Баренцева моря. Сокращается повторяемость ветров северных направлений, чаще отмечаются ветры, характерные для зимы, хотя повторяемость их меньше, чем в зимний период. К октябрю средняя скорость ветра возрастает до 7-8 м/с (см. рис. 15г). Непрерывная продолжительность ветров со скоростью 15 м/с и более составляет 8-10 ч, а количество штормовых дней изменяется в среднем от 6 до 12 за месяц (см. рис. 13). В последнее 10-летие отмечают увеличение количества штормов в осенний период, максимальное достигает 17-24 шторма в месяц (см. табл. 3).

Температура воздуха. Зимой в условиях дефицита солнечной радиации режим температуры воздуха над Баренцевым морем формируется под действием теплоотдачи с поверхности моря и атмосферной циркуляции.

Отепляющее действие моря и приток теплого воздуха в циклонах, приходящих с Северной Атлантики, определяют относительно высокую температуру приводного слоя воздуха.

Характерной особенностью зимнего режима температуры воздуха также является малое изменение ее средних значений с декабря по март. Средняя месячная температура воздуха в эти месяцы на юго-западе моря составляет $0...-3$ °С, на северо-востоке от -16 до $+22$ °С (рис. 17а). Также в этот период отмечаются максимальные горизонтальные градиенты температуры воздуха (Гидрометеорологические условия шельфовой..., 1985).

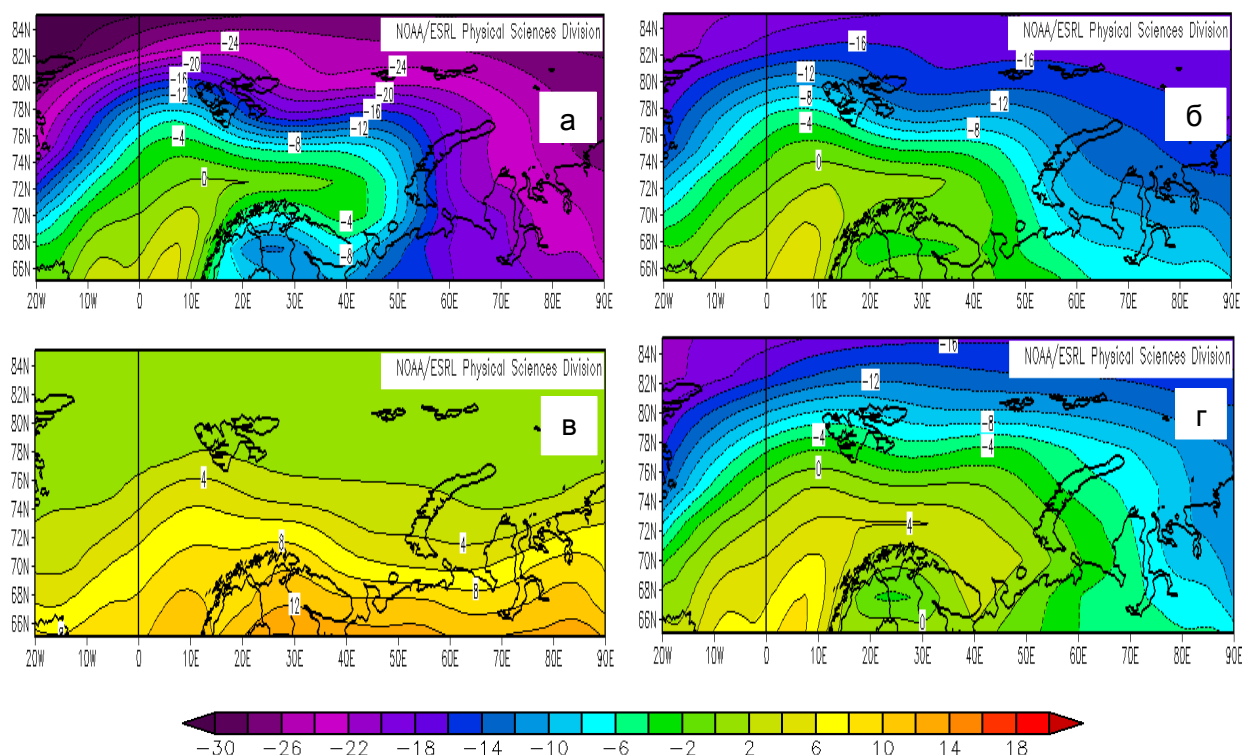


Рис. 17. Средняя сезонная температура (°С) воздуха за 1981-2010 гг.: а – зима; б – весна; в – лето; г – осень (NOAA, 2016b)

Современный ареал баренцевоморского краба-стригуна опилио занимает область между $40-55^{\circ}$ в.д. и $70-80^{\circ}$ с.ш. С учетом большой протяженности ареала в широтном направлении мы условно разделили его на два участка: южный – до 75° с.ш. и северный – до 80° с.ш.

По рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) использовали осредненные данные по температуре воздуха с 1981 по 2010 г. Проведенный анализ значений температуры воздуха по сезонам на этих участках моря показывает, что минимальное (около 3 °С) отличие средней температуры отмечается летом, максимальное (13 °С) – зимой (рис. 18).

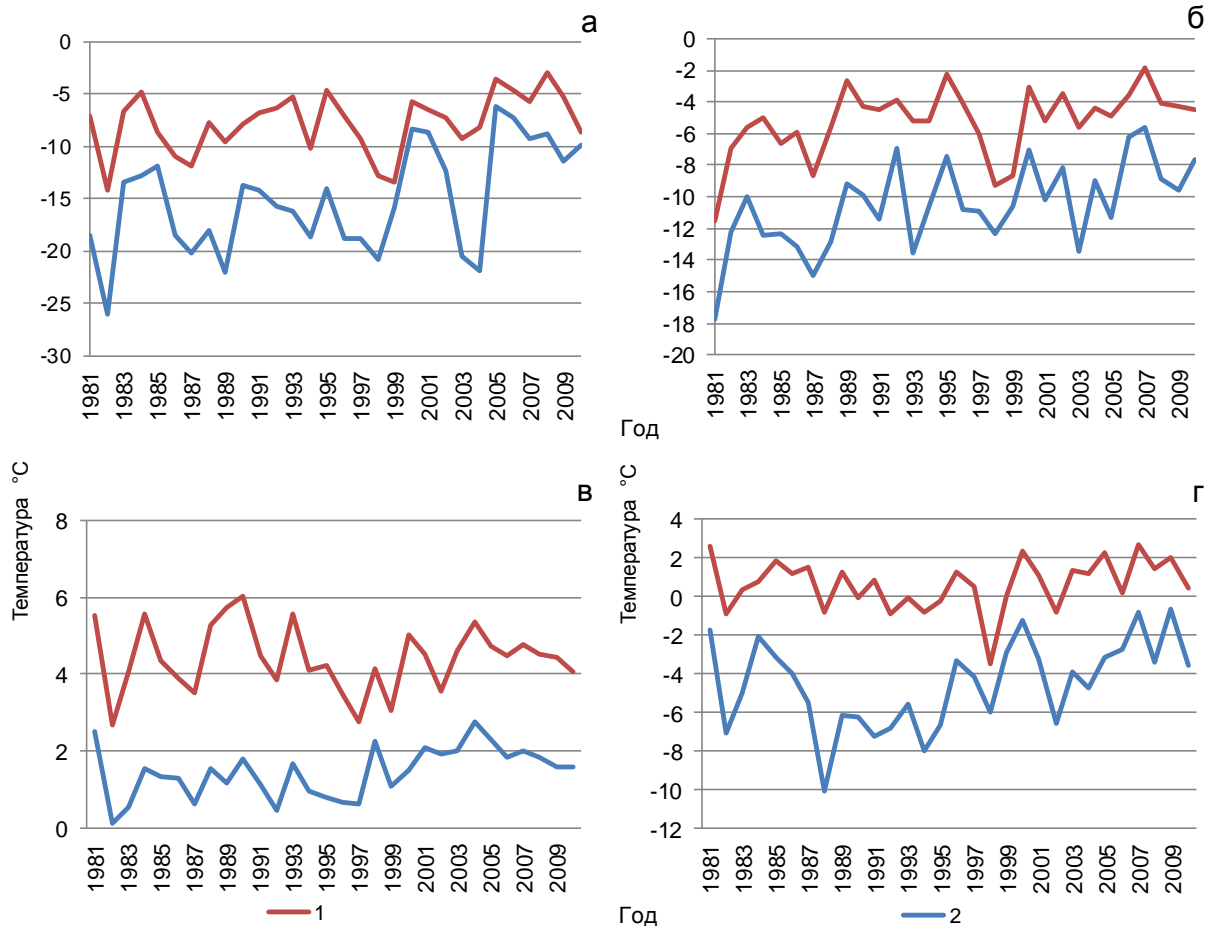


Рис. 18. Температура воздуха в районах 70-75° с.ш. (1) и 75-80° с.ш. (2) в Баренцевом море зимой (а), весной (б), летом (в) и осенью (г) в 1981-2010 гг. (NOAA, 2016b)

В зимний и весенний периоды средняя температура воздуха на акватории распространения краба-стригуна всегда отрицательная и изменяется в зависимости от района от -2 до -25 °C (см. рис. 18а,б). Сезонный минимум наблюдается в феврале, на северо-востоке акватории температура в отдельные дни может опускаться ниже -25 °C. С учетом волнения моря и низкой температуры воздуха в зимне-весенний период велика вероятность обледенения судов, что может негативно сказываться на ведении промысла краба и его технологической обработке. В апреле происходит перестройка барического поля и переход от холодного сезона к теплomu. В это время температура воздуха быстро повышается, хотя и остается отрицательной на большей акватории моря.

С мая по сентябрь идет активный радиационный прогрев как приводного слоя воздуха, так и поверхности моря. Лето характеризуется широтным расположением изотерм (см. рис. 17в). Средняя температура воздуха на акватории распространения краба-стригуна в летний период варьирует от 1 до

6 °С (см. рис. 18в), сезонный максимум обычно наступает в конце июля-начале августа.

В конце августа-начале сентября в северной части моря средняя суточная температура воздуха устойчиво переходит к отрицательным значениям. В октябре чаще всего активизируется циклоническая деятельность и отмечается самое интенсивное понижение температуры воздуха, которое может составлять 5 °С и более в течение месяца. Этот месяц является переходным от теплого сезона к холодному.

Осенью идет активное выхолаживание вод Баренцева моря и образование льда в его северных и северо-восточных районах. В южной части моря температура понижается в среднем до 2-4 °С, на севере акватории (севернее 75° с.ш.) она отрицательная и опускается до -10...-12 °С (см. рис. 14г). Максимальные горизонтальные градиенты температуры воздуха формируются над покрытой льдом северной частью Баренцева моря, однако они существенно меньше зимних градиентов (Воды Баренцева моря..., 2016).

Внутригодовое изменение температуры воздуха на юго-западе моря наименьшее и составляет 10-11 °С, увеличиваясь к востоку и северо-востоку до 18-20 °С (см. рис. 17). Среднемноголетний сезонный ход температуры для южной и северной частей ареала баренцевоморского краба-стригуна представлен на рис. 19. На севере акватории амплитуда внутригодовых колебаний температуры составляет 18 °С.

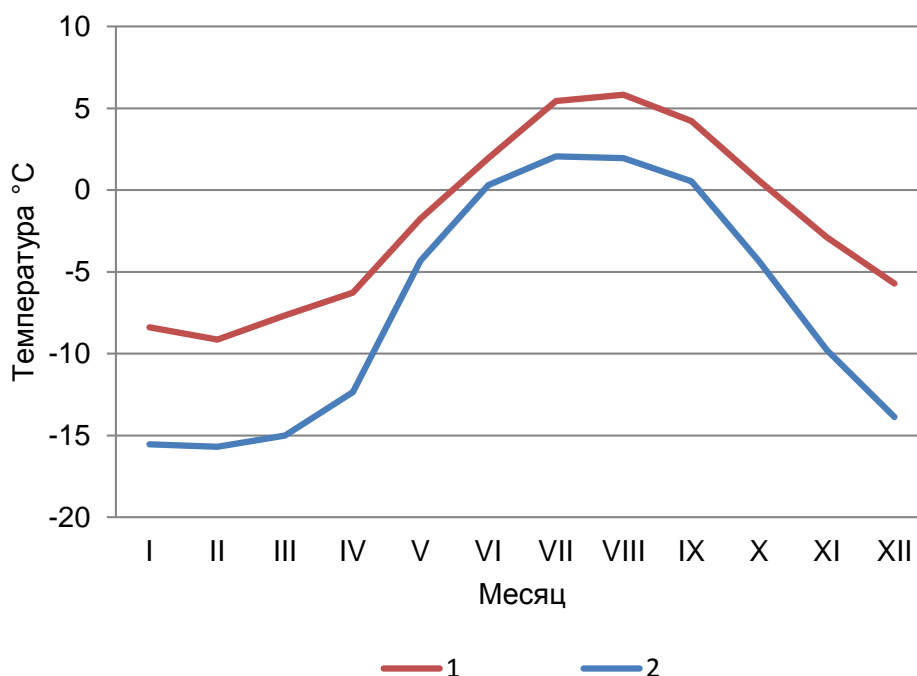


Рис. 19. Среднемноголетний сезонный ход температуры воздуха в районах 70-75° с.ш. (1) и 75-80° с.ш. (2) в Баренцевом море в 1981-2010 гг. (NOAA, 2016b)

Рельеф дна и состав грунта. Среди морей российского сектора Арктики Баренцево является наиболее глубоким, его средняя глубина составляет около 220 м (Атлас океанов, 1980). Дно характеризуется сложным, сильно расчлененным рельефом, который представлен крупными структурными элементами – обширными мелководными возвышенностями (банками), разделенными ложбинами и желобами (рис. 20).

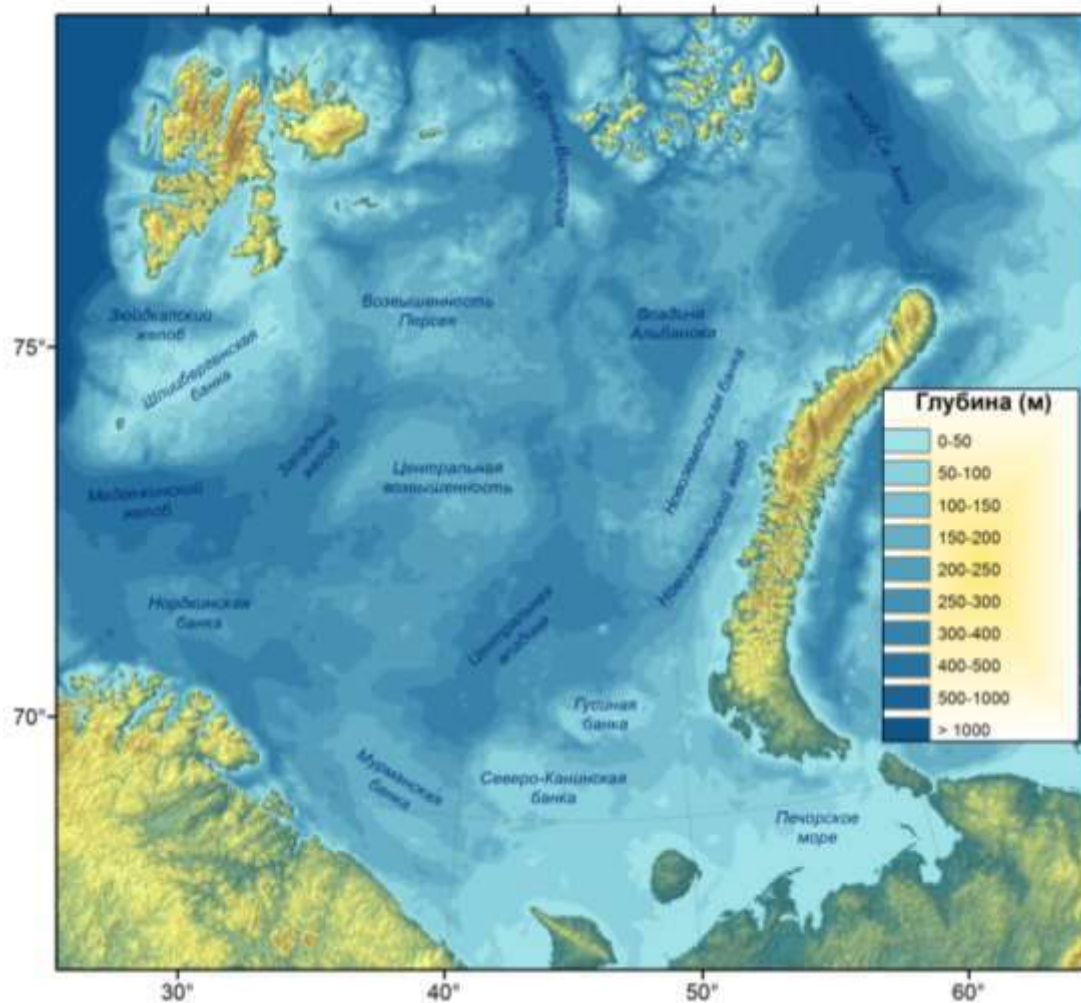


Рис. 20. Донная топография Баренцева моря и сопредельных вод

На особенности циркуляции и океанографические условия как моря в целом, так и его восточной части основное влияние оказывают крупные формы рельефа дна с хорошо выраженным перепадом глубин на склонах.

Южная и юго-восточная части Баренцева моря представляют собой акваторию с относительно небольшими глубинами. Наиболее обширные мелководные участки с глубиной 20-50 м расположены в юго-восточной части (Печорское море), в южной – сосредоточены ряд мелководий с глубинами от 100 до 150 м, такие как Мурманская, Северо-Канинская и Гусиная банки.

Вдоль западных берегов о-ва Северный архипелага Новая Земля с юго-запада на северо-восток распространяется довольно большая по площади Новоземельская банка, имеющая диапазон глубин от 100 до 200 м. К северо-востоку от нее находится обширная возвышенность Персея с глубинами от 100 до 200 м. Ближе к центральной части моря расположена Центральная возвышенность, где на отдельных участках глубины составляют 150 м. К югу от архипелага Земля Франца-Иосифа расположено Северо-Восточное плато, в которое входит ряд небольших банок с глубинами 100-150 м.

Рельеф дна восточной части Баренцева моря характеризуется наличием выраженных котловин, две из которых приурочены к архипелагу Земля Франца-Иосифа. С западной части архипелага располагается желоб Франц-Виктория с глубинами, превышающими 400 м, с восточной части – желоб Святой Анны, имеющий ширину около 60 мор. миль и глубину 400-600 м. Большая часть этого желоба относится к Карскому морю, и лишь его юго-западное ответвление пересекает восточную границу Баренцева моря. К западу от центральной части архипелага Новая Земля залегает относительно небольшой Новоземельский желоб с глубинами более 200 м.

В открытой части моря наибольшей из котловин является Центральная впадина, вытянутая ориентировочно на 300 миль в направлении с юга – юго-запада на север – северо-восток, где глубины на отдельных участках могут превышать 350 м. Северо-Восточная котловина с глубинами больше 300 м имеет существенно меньшие размеры и расположена в районе между $76^{\circ}00'$ - $77^{\circ}40'$ с.ш. и $49^{\circ}00'$ - $56^{\circ}00'$ в.д.

Акватория Баренцева моря в пределах современного распространения краба-стригуна опилио включает в себя ряд крупных орографических форм рельефа: Юго-Восточный порог (плато: Южно-Канинское, Северо-Канинское, Гусиное, Моллера), Центральная впадина, Западно-Новоземельские желоб и возвышенность, плато и желоб Литке, Северо-Восточные желоб и возвышенность, впадина Альбанова, возвышенность Кленовой, Центральная возвышенность и др. (Зинченко, 2001) (рис. 21).

Площадь дна части Баренцева моря, на которой располагается современный ареал баренцевоморского краба-стригуна опилио, составляет около 193 тыс. кв. миль, преобладающие глубины – 100-300 м.

В разных частях современного ареала краба-стригуна в Баренцевом море расположение возвышенностей и низменностей дна выражено неодинаково. Рельеф дна северной части ареала достаточно сильно изрезан. Здесь расположены два крупных поднятия – возвышенность Персея и Северо-Восточная возвышенность с разделяющей их впадиной Альбанова и Северо-Восточным желобом (рис. 22А).

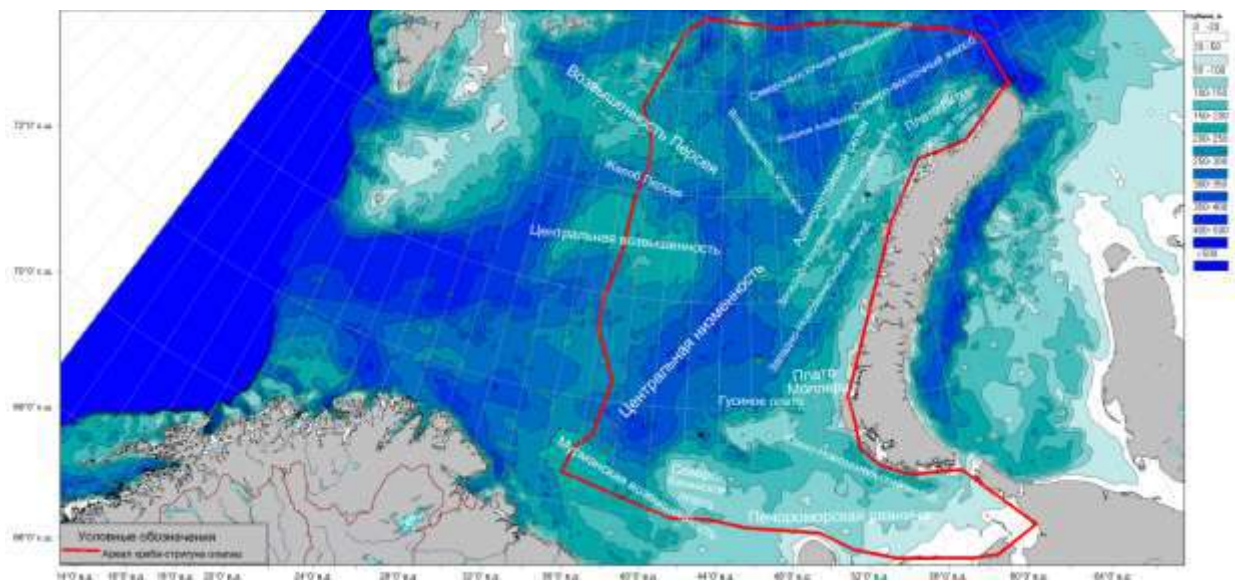


Рис. 21. Современный ареал краба-стригуна опилио в Баренцевом море (красная линия) и орографические формы рельефа дна

Перепад глубин на профиле дна по 76° с.ш. ареала баренцевоморского краба-стригуна составляет 100-350 м. На этой широте прослеживается увеличение глубин от Западно-Новоземельской возвышенности к желобу Персея (см. рис. 22Б). На 74° с.ш. профиль дна во многом сходен с таковым на 76° с.ш. с тем исключением, что на $50-52^\circ$ в.д. располагается желоб глубиной до 200 м, отделенный возвышенностью от Центральной низменности с глубинами более 300 м на 44° в.д. (см. рис. 22В). На 72° с.ш. профиль дна образует неровный свал от побережья о-вов Новая Земля через плато Моллера и частично Гусиное плато к Центральной низменности (см. рис. 22Г). Самый южный участок баренцевоморского ареала краба-стригуна опилио достаточно мелководен. Глубина на профиле дна по 70° с.ш. не превышает 100 м от прол. Карские Ворота и Печороморской равнины до 41° в.д. (Северо-Канинское плато) (см. рис. 22Д).

Характерной чертой баренцевоморских донных осадков является резкое преобладание в них терригенного разномерного материала, поступающего с суши в результате разрушения коренных и осадочных пород. Гравий, галька и валуны могут доминировать до глубин 300-400 м. Такой материал отмечается вокруг о-ва Колгуев и в узкой прибрежной полосе вблизи о-вов Новая Земля. Чистые пески располагаются преимущественно в зоне шельфа, как правило, до глубины 50 м. Пески с примесью более мелкого и крупного материала прослеживаются до глубин 80-120 м. Самыми распространенными осадками в Баренцевом море являются глинистые илы, которые наиболее развиты в центральной и северной частях моря, во всех глубоководных котловинах и вблизи берегов Северного острова Новой Земли.

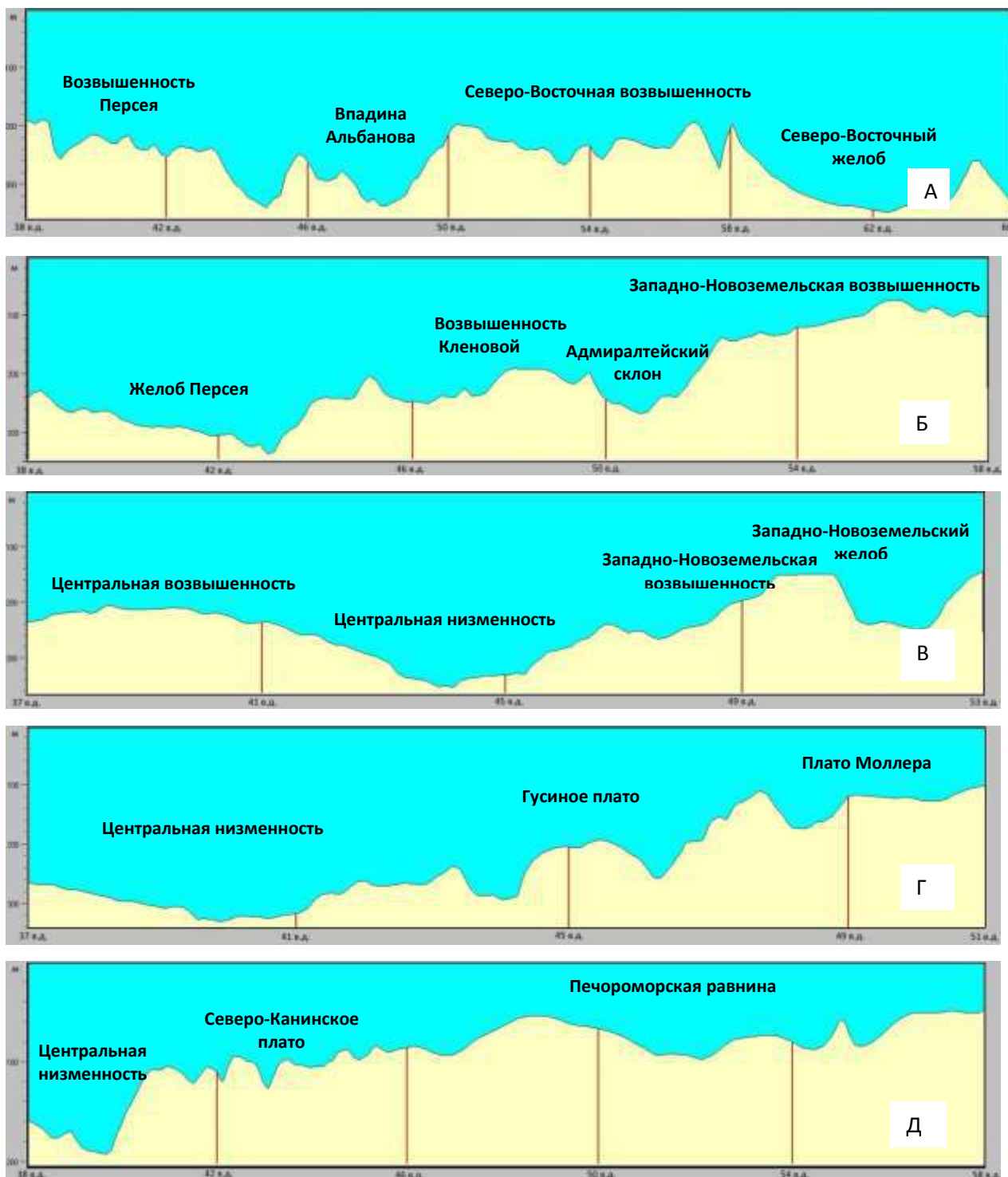


Рис. 22. Профили дна Баренцева моря по 78° с.ш. (А), 76° с.ш. (Б), 74° с.ш. (В), 72° с.ш. (Г) и 70° с.ш. (Д) в пределах современного ареала краба-стригуна опилио

Осадки смешанного гранулометрического типа, являющиеся переходными между тонкими и грубыми отложениями, чаще всего встречаются на склонах подводных возвышенностей и впадин на глубинах от 80 до 200 м в

восточной части моря и глубже 250-300 м – в западной (Кленова, 1960; Павлидис, 1995; Денисенко, 2013).

Донные осадки в пределах ареала краба стригуна-опилио в Баренцевом море в основном представлены илом и песчаным илом, которые занимают значительную площадь к северу от 72° с.ш. (рис. 23). Южнее, а также у побережья о-вов Новая Земля преобладают песчаные грунты и илистый песок. На том же участке достаточно широко распространены галька и щебень – обломки горных пород размером 1-10 см. Валунник встречается относительно редко, обычно вдоль границ мелкозернистых грунтов различного типа. Ракушечник распространен к югу от 72° с.ш. в основном на илисто-песчаном грунте близ о-вов Новая Земля.

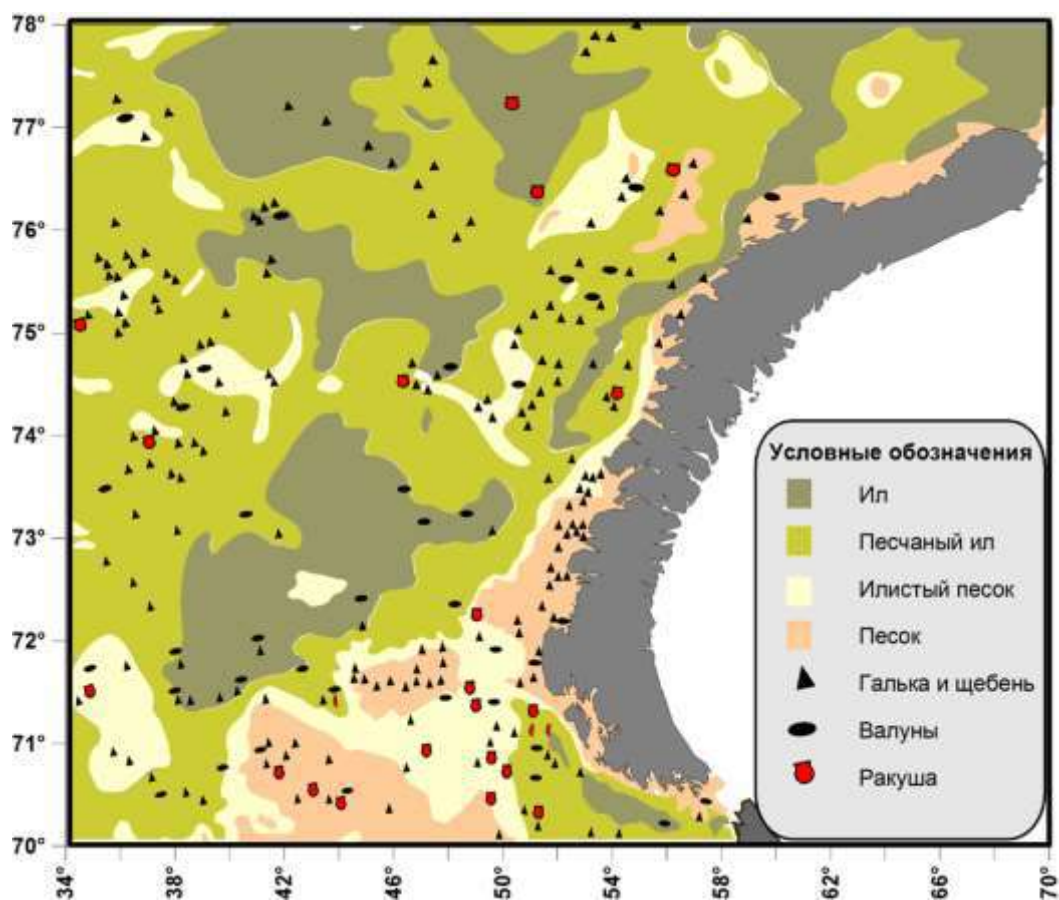


Рис. 23. Состав донных отложений в области распространения краба-стригуна опилио в Баренцевом море (по: Кленова, 1960)

Водные массы. Восточная часть Баренцева моря характеризуется наличием большого количества различных по океанографическим характеристикам водных масс (рис. 24).

Атлантические воды достаточно далеко проникают в восточную часть моря системой теплых течений. По мере их продвижения на восток характеристики водных масс претерпевают существенные изменения за счет потери

тепла и соли. Тем не менее, воды атлантического происхождения выделяются из общего окружения повышенным тепло- и солесодержанием. Температура в границах атлантических вод всегда положительная и изменяется от 1 до 8 °С, при этом соленость колеблется в пределах 34,80-35,05. Отдельная часть атлантических трансформированных вод встречается в промежуточных слоях в северной и северо-восточной частях моря. Эти воды, продвигаясь в потоках Шпицбергенского течения, огибают архипелаг Шпицберген с севера, отдавая тепло, уплотняются и погружаются в промежуточные слои. Двигаясь далее на восток, воды атлантического происхождения частично входят в Баренцево море через проливы между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, а также по западной периферии желоба Святой Анны. Эти воды на акватории моря создают теплый промежуточный слой (глубины более 100 м) с температурой 1,0-2,5 °С и соленостью 34,8-34,95.

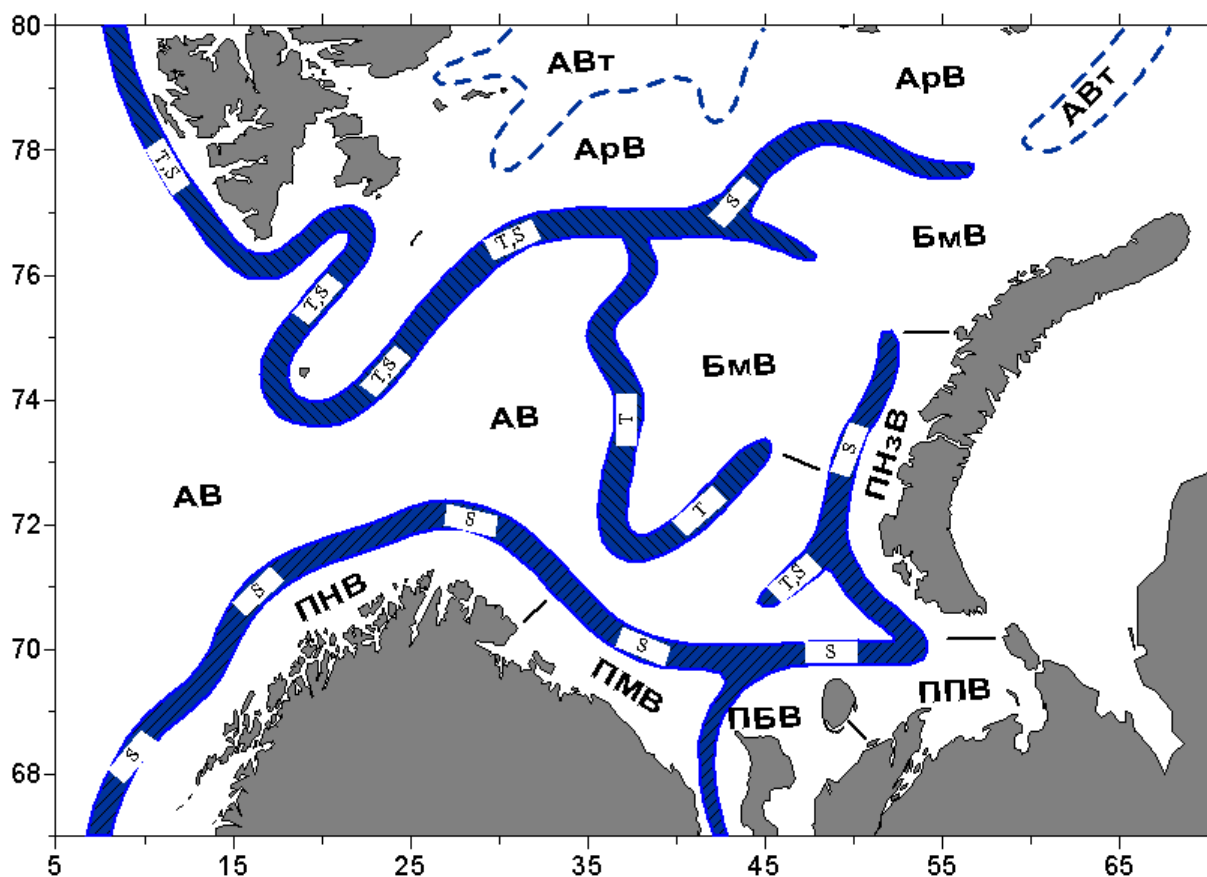


Рис. 24. Фронтальные зоны (Т – температурная; S – халинная; T,S – термохалинная) и основные типы/подтипы вод на акватории Баренцева моря: АВ – атлантические воды; АВт – атлантические трансформированные; АрВ – арктические; БмВ – баренцевоморские; ПНВ – прибрежные норвежские; ПМВ – прибрежные мурманские; ПБВ – прибрежные беломорские; ППВ – прибрежные печорские; ПНЗВ – прибрежные новоземельские (Ожигин, Ившин, 1999)

Существенную по площади акваторию в восточной части моря занимают баренцевоморские водные массы. Формирование этих вод происходит

в Баренцевом море и связано со значительной потерей тепла атлантическими водами. Баренцевоморским водам присуща невысокая ($-1,5 \dots +5,0$ °С) температура и соленость, близкая к атлантической ($34,5-35,0$) (Воды Баренцева моря..., 2016).

В северной части моря доминируют арктические водные массы, которые посредством Медвежинского течения разносятся на значительную акваторию, достигая о-ва Медвежий. Для этих вод характерны низкая температура с небольшим диапазоном сезонных изменений ($-1,8 \dots -2,0$ °С) и пониженная соленость с широким внутригодовым диапазоном ($32,0-34,8$), обусловленным процессами образования и таяния льда, а также конвективным перемешиванием.

Вдоль южной материковой части Баренцева моря располагаются различные типы прибрежных вод. На характеристики этих водных масс большое воздействие оказывают особенности метеорологических условий, сформированных на суше, и пресноводный сток. Океанографический режим побережья Кольского п-ова находится под воздействием мурманских прибрежных вод, у которых диапазон изменения температуры составляет от $1,0$ до $9,0$ °С и солености $33,8-34,7$.

Вблизи п-ова Канин располагаются беломорские прибрежные воды, основная масса которых формируется в Белом море и переносится на эти участки одноименным течением. Для этих вод характерен бо́льший, чем для мурманских, диапазон сезонных изменений температуры ($-1,8 \dots +8,0$ °С) и солености ($32,0-34,7$). В холодное время года акватория, занятая беломорскими прибрежными водами, как правило, покрывается льдом.

В крайней юго-восточной мелководной части Баренцева моря распределяются печорские прибрежные воды. На характеристику этих водных масс огромное влияние оказывает пресноводный сток р. Печора. В этих водах диапазон изменчивости гидрофизических характеристик максимален. Температура воды здесь может колебаться от $-1,8$ до $+8,0$ °С и более, а соленость – от $30,0$ и менее до $34,5$.

Западную прибрежную акваторию архипелага Новая Земля занимают новоземельские прибрежные воды. Их формирование происходит за счет выноса вод из Карского моря течением Литке, а также поступлением пресноводного стока с берегов в результате процессов таяния снега и льда в теплый сезон года. Для этих вод характерны относительно невысокие колебания температуры ($-1,8 \dots +6,0$ °С) и солености ($33,0-34,9$).

Циркуляция вод. Наиболее важной особенностью циркуляции вод Баренцева моря является общий циклонический характер их перемещения, которое в целом происходит против часовой стрелки. В южной части моря воды переносятся в восточном направлении, на востоке их движение приоб-

ретают северо-восточное и северное направления, а в северных районах воды переносятся на запад и юго-запад (рис. 25).

Перенос вод атлантического происхождения в южной части моря осуществляется Нордкапским течением, южная ветвь которого переносит воды вдоль берегов северной Норвегии в восточном направлении. От п-ова Варангер эта ветвь начинает удаляться от берегов и меняет название на Мурманское течение. Продвигаясь далее на восток, в районах Северо-Канинской и Гусиной банок течение вновь меняет название на Новоземельское и несет теплые воды на северо-восток вдоль архипелага Новая Земля к выходу из Баренцева моря, при этом атлантические воды трансформируются за счет отдачи тепла, соленость изменяется незначительно.

Относительно небольшой поток нерециркулирующей части Северной ветви Нордкапского течения входит в желоб между Центральной возвышенностью и возвышенностью Персея, вовлекаясь в антициклонический круговорот. В зоне взаимодействия вод разного генезиса происходит значительное понижение температуры атлантических водных масс, что приводит их к трансформации в баренцевоморские.

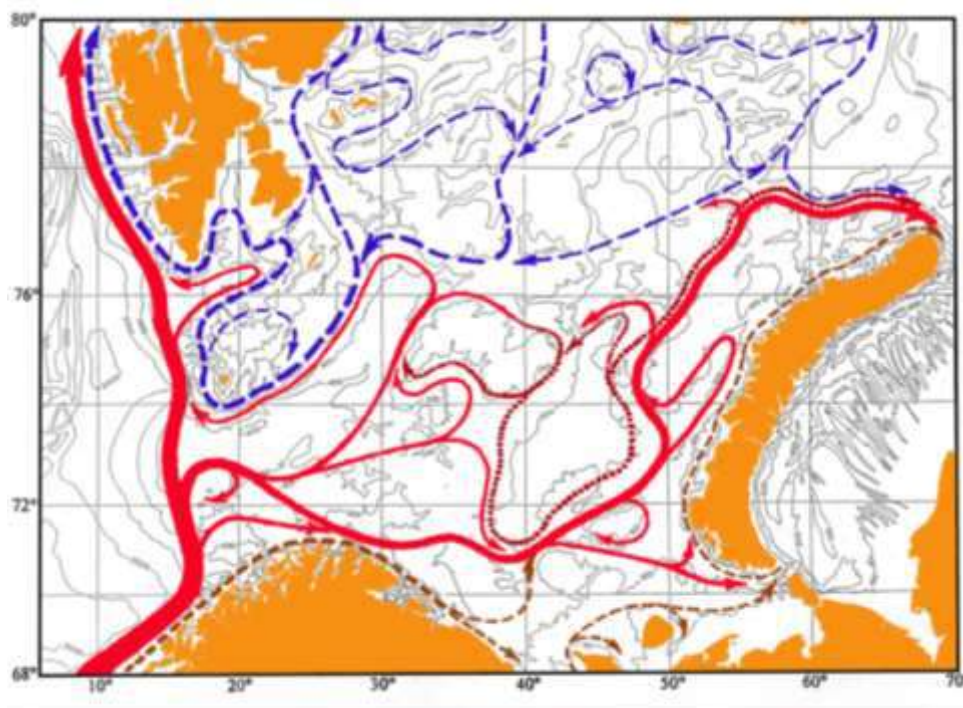


Рис. 25. Схема течений в Баренцевом море (Ozhigin, Trofimov, Ivshin, 2000). Красными стрелками показан перенос вод атлантического происхождения; коричневыми – прибрежных вод; синими – арктических; бордовым пунктиром – холодных донных вод

Вдоль береговой черты севера Скандинавского п-ова перенос теплых и распресненных вод осуществляется Норвежским прибрежным течением. По достижении прибрежной зоны Мурмана это течение переходит в Мурман-

ское прибрежное, которое, огибая Кольский п-ов, следует в Белое море. По мере продвижения вод течением от западной к восточным границам происходит их смешивание с водами материкового стока, что приводит к понижению солёности. Температура также понижается за счет процессов отдачи тепла. Вдоль западной границы п-ова Канин в Баренцево море входит Беломорское течение, которое переносит относительно холодные и распресненные воды в восточном направлении. В районе Печорского моря под влиянием одноименного речного стока при смешении вод происходит резкое падение значений солёности.

Через прол. Карские ворота в юго-восточную часть Баренцева моря с течением Литке поступают холодные и опресненные воды Карского моря. Далее эти воды продвигаются вдоль западных границ архипелага Новая Земля. В районе прол. Маточкин Шар они взаимодействуют с водами Новоземельского течения, в результате этого солёность вод возрастает.

Арктические водные массы поступают системой холодных течений на акваторию моря через проливы между архипелагами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. Через северо-восточную границу на акваторию моря приносятся арктические воды, которые в дальнейшем следуют в западном направлении, формируя течение Персея. Поступающие с севера воды образуют Восточно-Шпицбергенское течение.

Формирование холодных донных вод берет начало на северной и восточной границах Центральной возвышенности. Перемещаясь по периферии возвышенности, основная масса этих вод вовлекается в поток, который следует в район Центральной впадины. Движение вод в Центральной впадине имеет циклонический характер и направлено вдоль западного, южного и восточного склонов. С северо-восточной периферии этой впадины холодные донные воды, получая подпитку, уносятся на север и северо-восток вдоль западного склона Новоземельской банки к выходу из Баренцева моря.

Температура воды. Термический режим вод восточной части Баренцева моря формируется под воздействием радиационных и адвективных факторов. Температуре воды свойственна значительная пространственно-временная изменчивость, которая обуславливается изменчивостью общей циркуляции вод и ледовыми условиями. Поступление теплых вод в южную часть моря с Нордкапским течением и холодных в северную из арктического бассейна создает условия, при которых наблюдается общее понижение температуры воды в направлениях с запада на восток и с юга на север на всех глубинах в течение года (рис. 26).

В августе-сентябре отмечается максимально открытая от льда поверхность на востоке Баренцева моря. В этот период температура поверхностных вод варьирует от 3 до 9 °С и близка к температуре воздуха (Анциферов, Гузенко, 2002). Наибольшая вариабельность в значениях температуры на по-

верхности наблюдается в юго-восточной части моря. Здесь одним из факторов, влияющих на высокую изменчивость термического режима, оказывается непостоянство доминирующих воздушных масс. Вынос арктического воздуха приводит к слабому прогреву поверхностного слоя, а материкового – к интенсивному. В отдельные годы на мелководьях Печорского моря воды прогреваются до 15 °С, а на северо-востоке их температура может быть близка к температуре замерзания, наибольшие перепады которой в поверхностном и придонном слоях также отмечаются на участках Печорского моря и могут достигать 8 °С (Гидрометеорология и гидрохимия..., 1990).

Изменчивость температурного режима придонного слоя в восточной части Баренцева моря во многом определяется топографией дна и степенью тех или иных гидрометеорологических процессов. На мелководных участках прибрежных зон и в юго-восточной части моря велико влияние радиационного прогрева, которое может охватывать всю толщу вод. Для мористых участков основной вклад в формирование поля придонной температуры воды вносят адвективные факторы. При усилении интенсивности циркуляции в системе теплых течений отмечается повышение уровня теплосодержания вод в глубинных и придонных слоях.

Важное влияние на формирование температурного режима придонных вод на участках с большими глубинами оказывают условия предшествующих зим. Во время суровых зим воды сильно выхолаживаются и становятся очень плотными, из-за повышенной плотности они стекают в глубоководные участки и продолжают сохранять отрицательную температуру на протяжении всего года (Добровольский, Залогин, 1965; Матишов, Шабан, Матишов, 1992; Ожигин, Ившин, 1999).

Температура придонных вод в августе в восточной части Баренцева моря изменяется от –1,5 до +4,0 °С. Относительно теплые (более 3,0 °С) воды отмечаются на мелководных участках Канинской банки и в Восточном Прибрежном районе, где прогреву подвергается вся толща воды вследствие перемешивания приливных и постоянных течений (Добровольский, Залогин, 1965; Потанин, Коротков, 1986). К северу от 72°30' с.ш. на большей акватории наблюдаются отрицательные значения придонной температуры. Наиболее холодные (ниже –1 °С) воды – вблизи дна – находятся на стыке районов Новоземельская банка и п-ов Адмиралтейства, в Южной части Новоземельского мелководья, а также на стыке Возвышенности Персея, Центрального желоба и Центральной возвышенности.

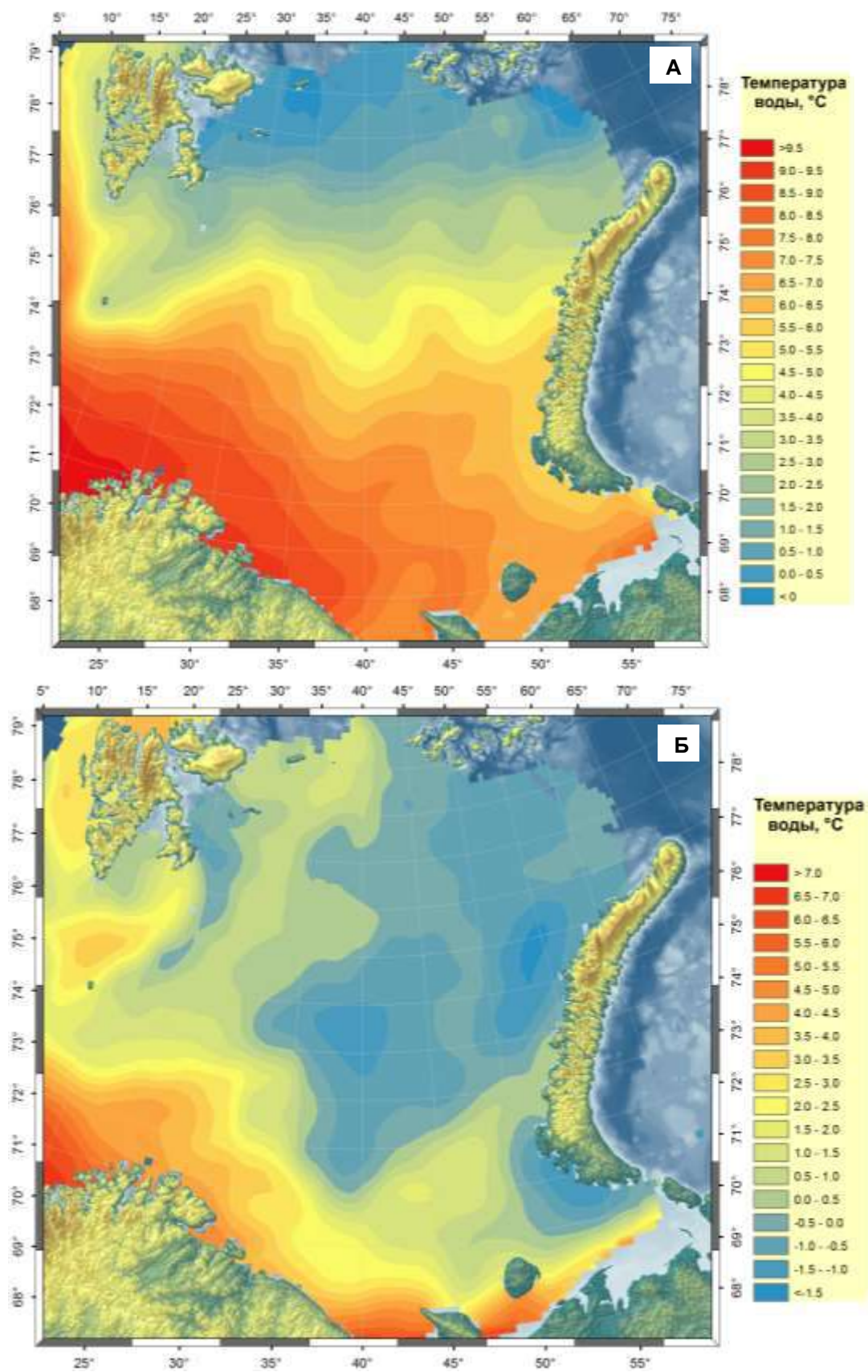


Рис. 26. Среднеголетнее распределение температуры воды в Баренцевом море и сопредельных водах на поверхности (А) и у дна (Б) в августе-сентябре

Соленость воды. На характер распределения солености в восточной части Баренцева моря основное влияние оказывает взаимодействие трансформированных относительно соленых вод атлантического происхождения и распресненных арктических. Соленость на поверхности моря имеет ярко выраженные региональные особенности. Так, в юго-восточной части моря большое влияние на соленость оказывает речной сток, который в этом районе составляет 90 % от общего стока рек (Анциферов, Гузенко, 2002). Вблизи берегов архипелага Новая Земля поверхностные воды подвергаются распреснению за счет таяния снега и льда. Кроме перечисленного, в восточной части моря на характер распределения солености оказывают воды, приносимые системой течений из сопредельных (Карского и Белого) морей и арктического бассейна.

Распределение солености на поверхности (рис. 27) в теплый период года достаточно отчетливо указывает на распространение вод атлантического происхождения. По мере продвижения этих вод на восток и северо-восток их соленость понижается от 34,9 до 34,4. Режим солености в юго-восточной части моря определяется интенсивностью Беломорского течения, переносящего воды с соленостью 32,0-33,0 из Белого моря. В крайних юго-восточных районах моря ощутимое влияние на значения солености оказывает пресноводный сток р. Печора, при этом соленость может снижаться до 30,0 и ниже. К районам с пониженной соленостью относится участок вдоль западных берегов архипелага Новая Земля. Пониженный уровень солености на этих акваториях летом формируется за счет таяния морского льда, выноса талых вод с островов, а также переноса опресненных вод из Карского моря течением Литке. В северной и северо-восточной частях моря относительно невысокая (33,0-34,0) соленость вод поверхностного слоя обуславливается таянием полей морского льда и пониженным фоном солености арктических вод, занимающих эти районы.

Соленость в придонном слое имеет более однородный характер распределения, чем на поверхности (см. рис. 27). На большей акватории – в восточной части моря – соленость у дна изменяется от 34,7 до 34,9. Исключение составляет мелководная юго-восточная часть моря, где значения солености вблизи дна могут быть менее 34,0, а вблизи прибрежной черты – менее 33,0. Сезонная и межгодовая изменчивость солености в придонном слое выражена слабо.

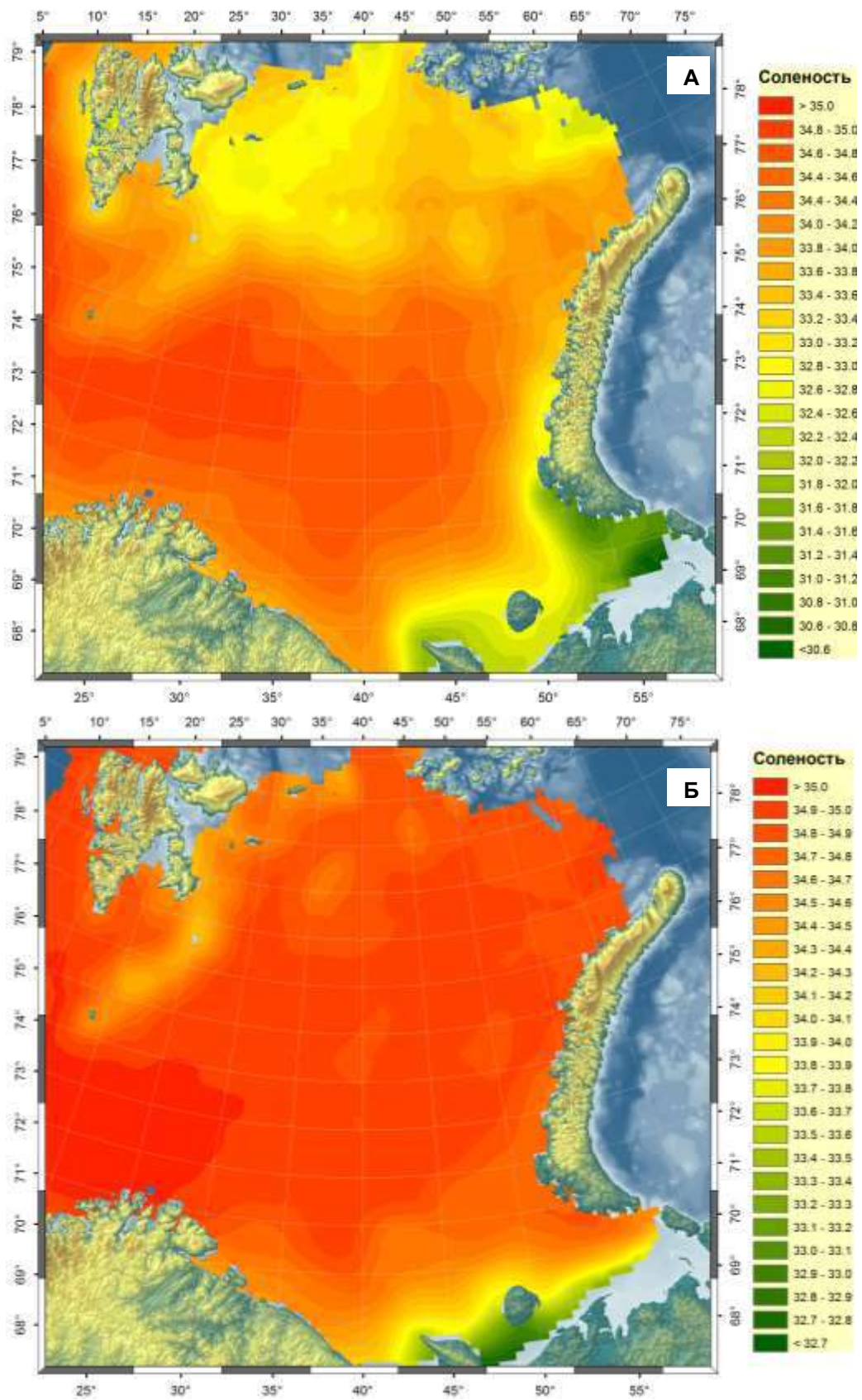


Рис. 27. Среднегодовое распределение солености воды в Баренцевом море и сопредельных водах на поверхности (А) и у дна (Б) в августе-сентябре

Ледовые условия. Баренцево море – единственное на арктическом шельфе, которое не покрывается полностью льдом благодаря притоку теплых атлантических вод.

Ледовая обстановка в восточной части моря формируется под влиянием циркуляции атмосферы, адвекции тепла течениями, теплообмена воды и воздуха, ледообмена с прилегающими морями и арктическим бассейном.

Западные ветры в период ледообразования способствуют переносу на акваторию моря теплых воздушных масс из Северной Атлантики, что уменьшает отдачу тепла в атмосферу и замедляет ледообразование. Перенос арктических воздушных масс ветрами северных, северо-восточных и восточных направлений способствует ускорению отдачи тепла в атмосферу и интенсивному ледообразованию.

Для оценки ледовых условий используют характеристику ледовитости, отражающую процентное отношение площади акватории, покрытой льдом любой сплоченности, к общей площади моря.

Изменчивость ледовитости Баренцева моря имеет ярко выраженный годовой ход (рис. 28). Ледовый покров достигает максимума по площади развития в апреле, среднемноголетняя составляет 61 %. Межгодовые колебания положения ледовой кромки (от минимума до максимума) в этот период превышают 50 %. Минимум ледовитости (7 %) наблюдается в сентябре. Наиболее высокие темпы нарастания площади ледового покрова отмечаются с октября по ноябрь, когда ледовитость увеличивается в среднем на 15 %, а наиболее интенсивное сокращение полей льда происходит с июня по июль и составляет в среднем 18 %. Вариабельность среднегодовых значений ледовитости Баренцева моря имеет достаточно высокую амплитуду колебаний, достигающую 40 % (рис. 29).

Ледовитость зависит от климатических особенностей, складывающихся в зимний период, объема и свойств поступающих атлантических вод, а также количества и интенсивности циклонических вихрей. Общее потепление вод моря, начавшееся с 1990-х годов, привело к общему сокращению площади морского льда, и лишь в 2003 г. ледовитость незначительно превысила среднемноголетние значения. В годы максимальной ледовитости (апрель 1966 г.) 86 % от площади моря покрыто льдом (табл. 4). В 2005-2014 гг. среднегодовая ледовитость Баренцева моря составила 24 %, что на 13 % ниже нормы.

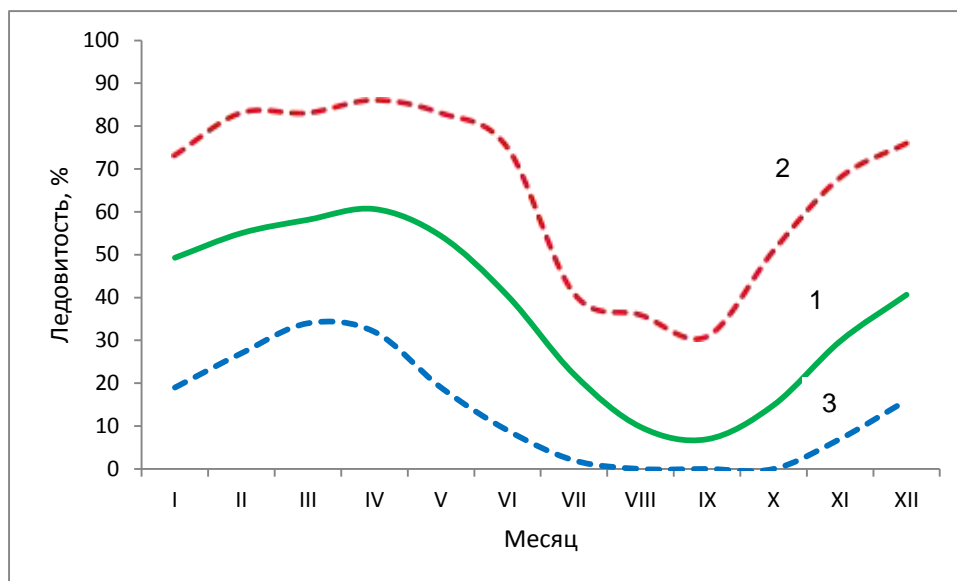


Рис. 28. Сезонный ход ледовитости Баренцева моря по данным за 1951-2010 гг.:
 1 – среднее многолетние значения; 2 – абсолютные ежемесячные максимумы;
 3 – абсолютные ежемесячные минимумы

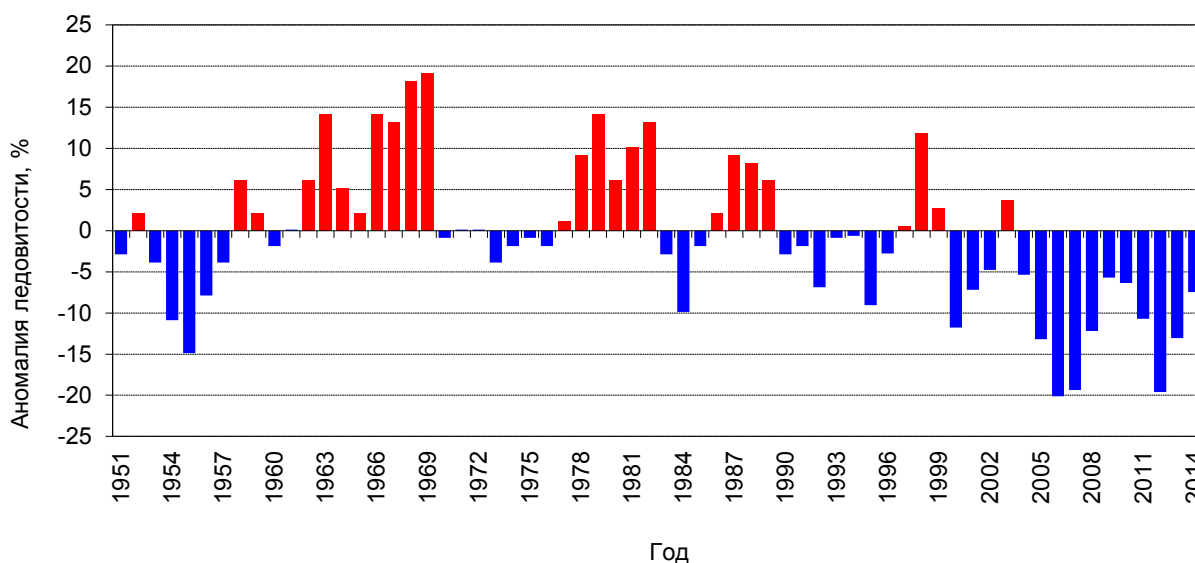


Рис. 29. Среднегодовая изменчивость аномалий ледовитости в Баренцевом море в 1951-2014 гг.

Образование льда обычно начинается в сентябре в северной части Баренцева моря, однако сроки его начала от года к году меняются, это зависит не только от погодных условий, но и от температуры воды, интенсивности атмосферной циркуляции и других факторов. Чаще всего лед начинает появляться в проливах архипелага Земля Франца-Иосифа, затем распространяется на пролив между Землей Франца-Иосифа и Новой Землей, в других районах моря формирование молодого льда зависит от степени летнего прогрева вод (Гидрометеорология и гидрохимия..., 1990).

Сезонные и годовые, средние и экстремальные значения ледовитости Баренцева моря
(по данным за 1951-2014 гг.), %

Ледовитость	Сезонные (по месяцам)												Годовые
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средняя	49	55	58	61	54	40	22	10	7	15	30	41	37
Максимальная	<u>73*</u>	<u>83</u>	<u>83</u>	<u>86</u>	<u>83</u>	<u>75</u>	<u>41</u>	<u>36</u>	<u>31</u>	<u>51</u>	<u>68</u>	<u>76</u>	<u>56</u>
	1979	1979	1963	1966	1969	1969	1967	1969	1969	1968	1968	1968	1969
Минимальная	<u>19**</u>	<u>27</u>	<u>34</u>	<u>32</u>	<u>19</u>	<u>9</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>7</u>	<u>16</u>	<u>17</u>
	2006	2012	2007	1995	2006	2006	2012	2005	1983	1984	2007	2006	2012
							2013	2006	1984				
								2012	1994				
								2013	2001				
									2005				
									2012				
									2013				

*Над чертой – максимальные значения; под чертой – годы.

**Над чертой – минимальные значения; под чертой – годы.

Северное положение границ льдов занимает в сентябре (рис. 30). Смещение кромки от северных и восточных границ моря происходит по мере выхолаживания вод в осенне-зимний период. Процессы нарастания общей площади льда продолжают до апреля включительно, после чего сезонные изменения приобретают обратную направленность. Самые быстрые темпы смещения ледовой кромки, связанные с отступлением льда на север, происходят с июня по июль.

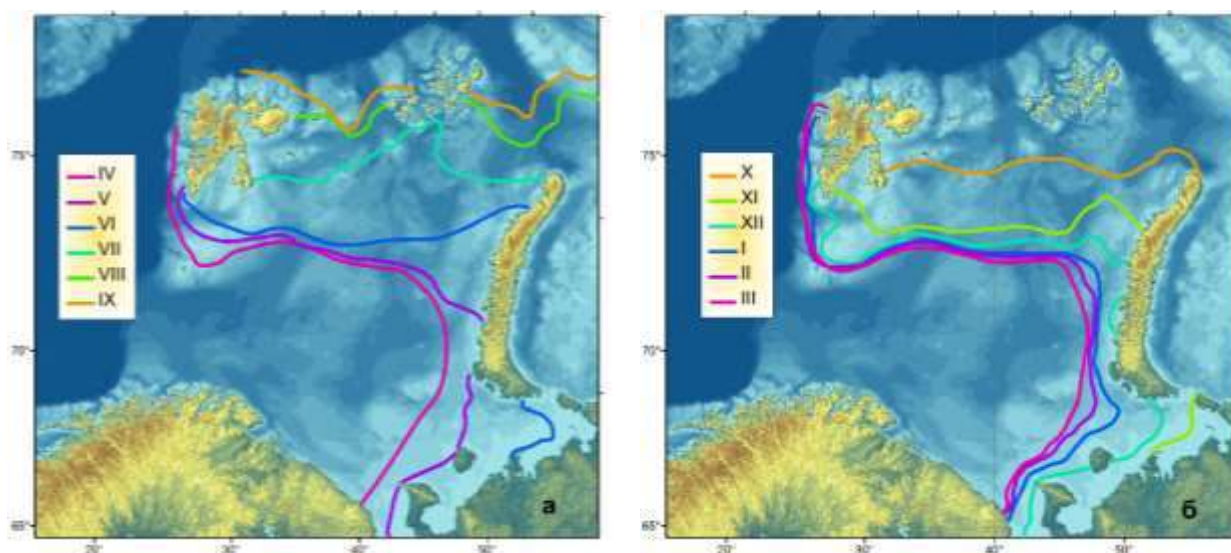


Рис. 30. Среднемноголетнее положение ледовой кромки в Баренцевом море и сопредельных водах в апреле-сентябре (а) и октябре-марте (б) по данным Национального центра данных США по снежному и ледовому покрову (NSIDC, 2016)

В Баренцевом море преобладают плавучие однолетние льды местного происхождения толщиной 0,7-1,0 м, лишь на крайнем севере и северо-востоке в холодные зимы попадаются многолетние льды толщиной 1,5-1,6 м. Также встречаются айсберги, которые дрейфуют от арктических архипелагов Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля (о-в Северный) и некоторых арктических островов (Ушакова и Виктория). Обычно айсберги не превышают 25 м в высоту и 600 м в длину, на акватории моря они распространены неравномерно. Максимальное их количество наблюдается вблизи очагов образования льда, с уменьшением широты численность зафиксированных айсбергов убывает (Айсберги и ледники Баренцева..., 2008). Четкой южной границы распространения айсбергов в Баренцевом море не существует, изолиния 1 %-ной среднегодовой вероятности появления айсбергов расположена в южной части моря, достигая берегов Норвегии и России (Абрамов, 1996). Самое южное положение айсбергов было отмечено 1 июля 1929 г. в районе 67°44' с.ш. и 40°48' в.д. (Spatial distribution of..., 2005). Следует отметить, что наиболее южному проникновению айсбергов в Баренцевом море предшествовали продолжительные (3-5 мес.) периоды с ветрами преимущественно северных направлений (Айсберги и ледники Баренцева..., 2008).

2.2. СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА В ОБЛАСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

В главе приведены результаты анализа данных по донным беспозвоночным для характеристики биотических условий обитания краба-стригуна-опилио в Баренцевом и Карском морях.

Для описания донных сообществ макрозообентоса в районах обитания краба-стригуна-опилио использованы данные, полученные в тотальной бентосной съемке Баренцева моря в 2004 и 2006 гг. и экспедиции НИС «Вильнюс» в Карском море в 2014 г. В общей сложности проанализированы материалы по бентосу, полученные на 145 станциях в Баренцевом море и 38 станциях – в Карском (рис. 31). Расположение станций полностью охватывает район массового распространения краба-стригуна в Баренцевом море и частично – в Карском.

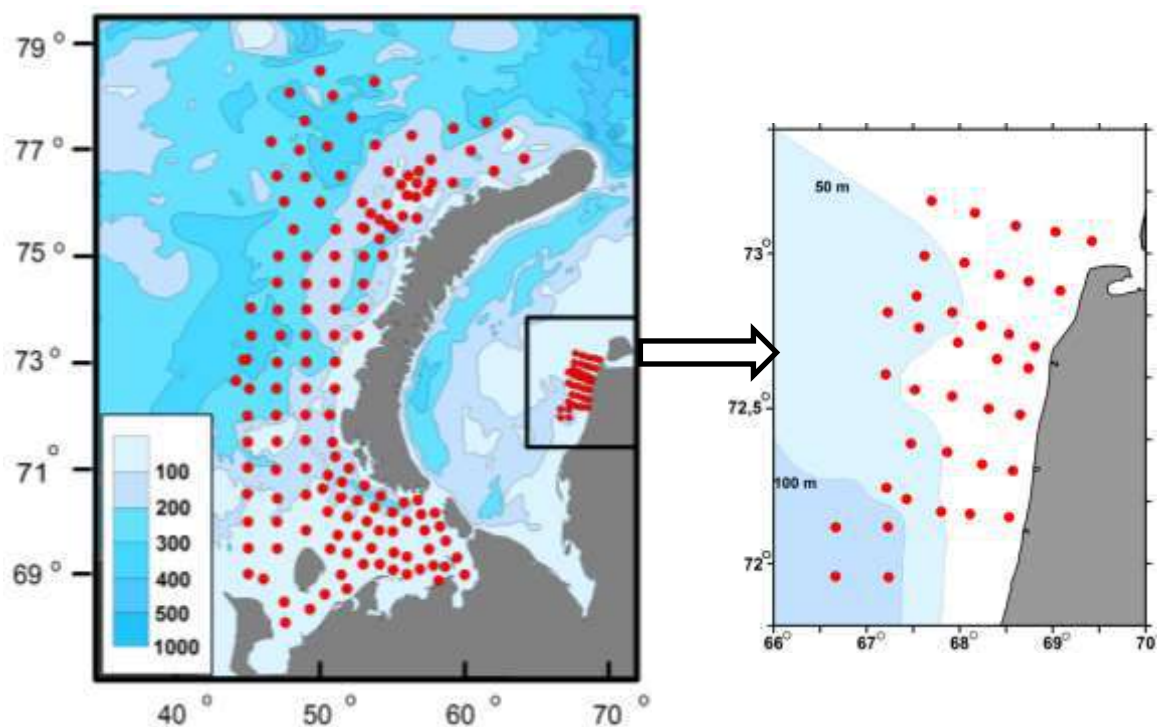


Рис. 31. Схема расположения бентосных станций, выполненных в рейсах ПИНРО в 2004, 2006 и 2014 гг.

Бентосные пробы были отобраны дночерпателем Ван Вина с площадью пробоотбора $0,1 \text{ м}^2$ на станциях в Баренцевом море в 5-кратной повторности и преимущественно 3-кратной – в Карском, но на ряде станций отбирали только одну пробу. Промывали их морской забортной водой в промывочном коническом сите из капронового газа в Баренцевом море с размером ячеек $0,5 \text{ мм}$, в Карском – с размером ячеек 1 мм . Фиксацию мате-

риала проводили 4 %-ным нейтрализованным раствором формальдегида, в качестве буфера был использован тетраборат натрия. Камеральную обработку материала осуществляли на берегу в лаборатории прибрежных исследований ПИНРО. Животных в пробах определяли по возможности до видового уровня.

В качестве обобщенного показателя биоразнообразия использована информационная мера Шеннона. Сообщества выделялись на основе кластерного анализа по величине продукции таксона на станции с использованием в качестве меры сходства количественного индекса Чекановского-Серенсена (Czekanowski, 1909). Кластеризацию проводили по средневзвешенному методу (Андреев, 1980). Величину годовой продукции таксонов оценивали по формуле И.Е. Манушина (2008).

Баренцево море. В проанализированных дночерпательных пробах отмечено 1110 таксонов, принадлежащих к 18 типам, 36 классам, 87 отрядам и 261 семейству морских донных беспозвоночных. Из 1110 таксонов 867 определены до видового и подвидового уровня, что составляет 78 % от общего видового списка. Наиболее обильными по количеству видов оказались типы Annelida – 272 вида (25 % от видового списка), Arthropoda – 269 (24 %), Mollusca – 188 (17 %) и Bryozoa – 176 (16 %) соответственно. На долю остальных типов приходилось около 18 % от видового списка.

Видовое богатство на станциях варьировало от 31 до 198 таксонов и в среднем по району составило 96 ± 3 таксонов/0,5 м². На юго-востоке исследованного района наибольшие показатели видовой плотности отмечены в центральной части Печорского моря и севернее – на смешанных илисто-каменистых грунтах вдоль оконечности Южного острова архипелага Новая Земля (рис. 32). Минимальные значения отмечены вблизи устьевой части Печорской губы. Для северо-восточной области высокое видовое богатство было характерно для района п-ова Адмиралтейства на глубинах до 200 м.

Таксономическая структура по основным группам макрозообентоса в районе распределения краба-стригуна опилио относительно однородна. На станциях по количеству видов доминируют черви, в основном представленные полихетами, моллюсками (двустворчатыми и брюхоногими) и ракообразными. В относительно мелководных районах, таких как Новоземельское мелководье и Печорское море, увеличивается доля мшанок и гидроидов, это связано с обилием субстрата для прикрепления и развития колоний (рис. 33).

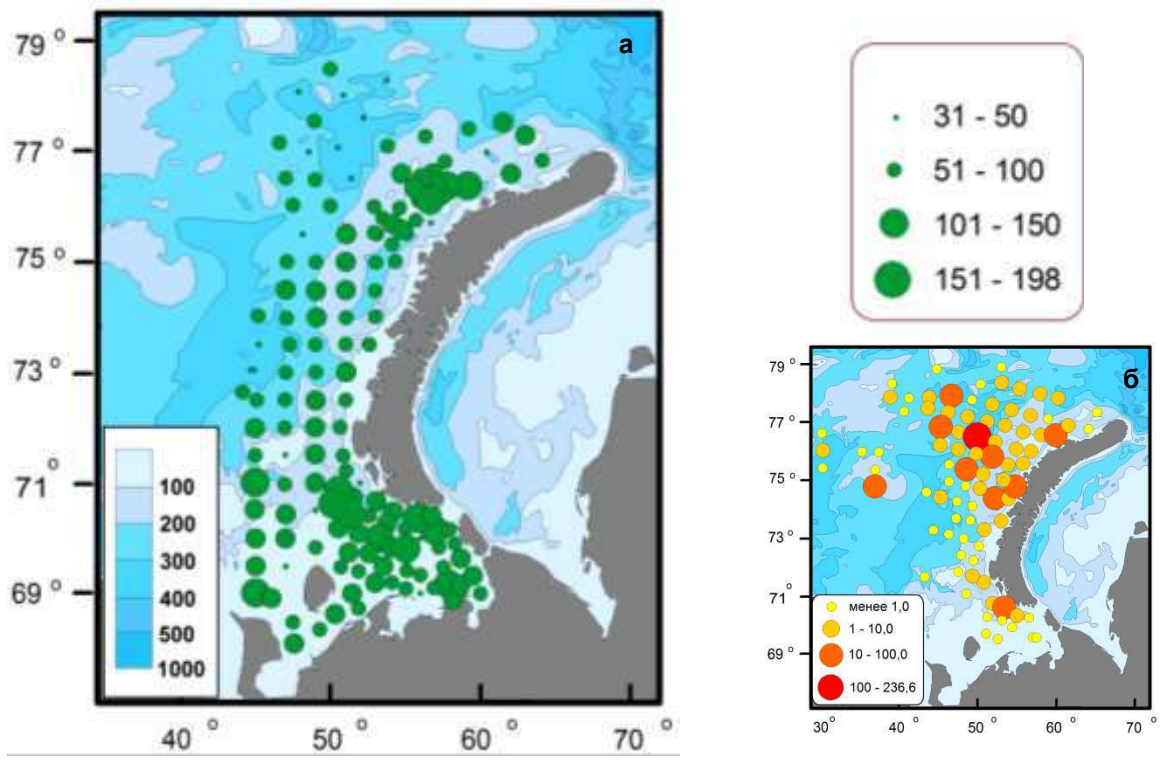


Рис. 32. Распределение видового богатства (таксон/0,5 м²) макрозообентоса (а) по данным за 2003-2006 гг. и биомасса (кг/милю траления) краба стригуна-опилио (б) по данным за 2015 г.

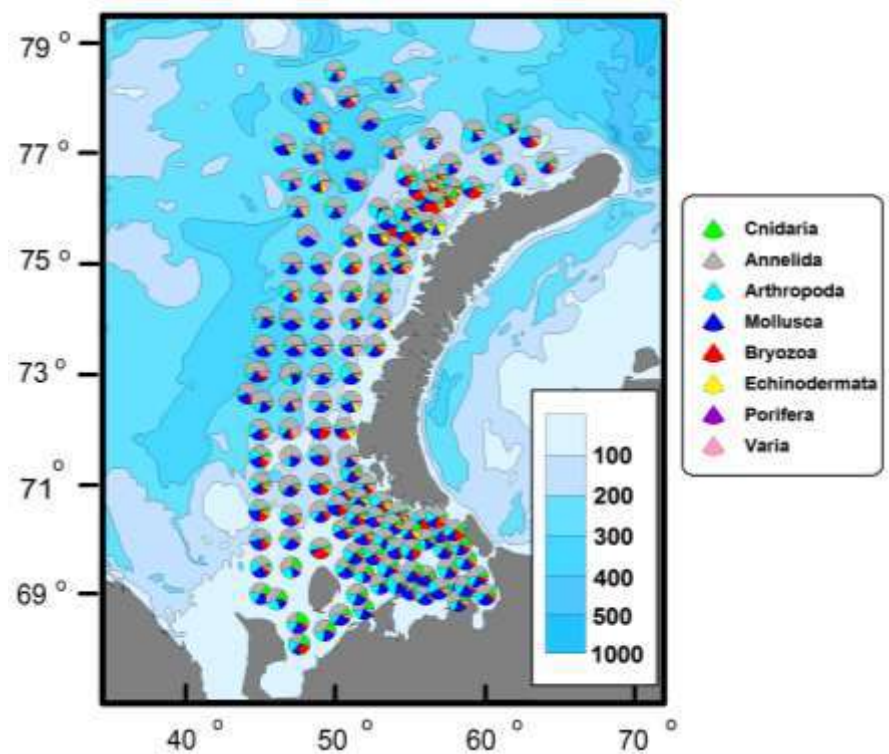


Рис. 33. Таксономическая структура основных групп макрозообентоса в восточной части Баренцева моря по данным за 2003-2006 гг.

Биомасса бентоса на станциях варьировала от 1,5 до 2568,3 г/м² и в среднем по исследованному району составила 230,6±24,9 г/м², что в масштабах Баренцева моря оценивается как высокий показатель. Область с высокими (более 200 г/м²) значениями общей биомассы бентоса располагается у южной оконечности архипелага Новая Земля и на Новоземельском мелководье (рис. 34). В сравнении с данными по современному распределению плотности поселения краба-стригуна опилио область его максимальной плотности совпадает с районами высокой биомассы макробентоса. Это свидетельствует о том, что быстрый рост численности популяции краба поддерживается богатой кормовой базой, сосредоточенной в этих районах. На севере – в районе Новоземельского мелководья – основные скопления краба-стригуна сосредоточены в области распространения поселений с доминированием двустворчатого моллюска *Macoma calcarea*, баянусов и голотурии *Psolus phantapus*. Скопления крабов у южной оконечности архипелага Новая Земля совпадают с расположением в области массовых поселений двустворчатых моллюсков *M. calcarea* и *Astarte borealis*.

Соотношение биомассы основных групп макрозообентоса в исследованном районе достаточно неоднородно (рис. 35). Основная ее доля в юго-восточной части Баренцева моря и на относительно мелководных станциях Новоземельского мелководья сформирована двустворчатыми моллюсками. В центральной части района на глубоководных станциях доминируют многощетинковые черви, среди них наиболее массово встречается седентарная полихета *Spiochaetopterus typicus*, которая формирует до 90 % общей биомассы. В северной части исследованного района увеличивается доля иглокожих по сравнению с его южной частью. Станции с преобладанием ракообразных в общей биомассе отмечены преимущественно на мелководных участках на глубинах до 100 м, доминанты представлены двумя видами усоногих раков *Balanus balanus* и *B. crenatus*.

Плотность поселения макрозообентоса в восточной части Баренцева моря варьировала от 182 до 10664 экз./м², в среднем составляя 2516±152 экз./м². На северо-востоке моря область низкой плотности организмов и минимальная (182 экз./м²) численность отмечены в районе впадины Альбанова (рис. 36). Постепенное увеличение плотности поселения до 6930 экз./м² происходит по мере уменьшения глубины по направлению к берегам архипелага Новая Земля и, таким образом, вдоль побережья образуется пояс повышенной численности макрозообентоса. Наибольшую (до 2 тыс. экз./м²) плотность поселения в северо-восточной части исследованного района составили офиуры вида *Ophiura robusta*.

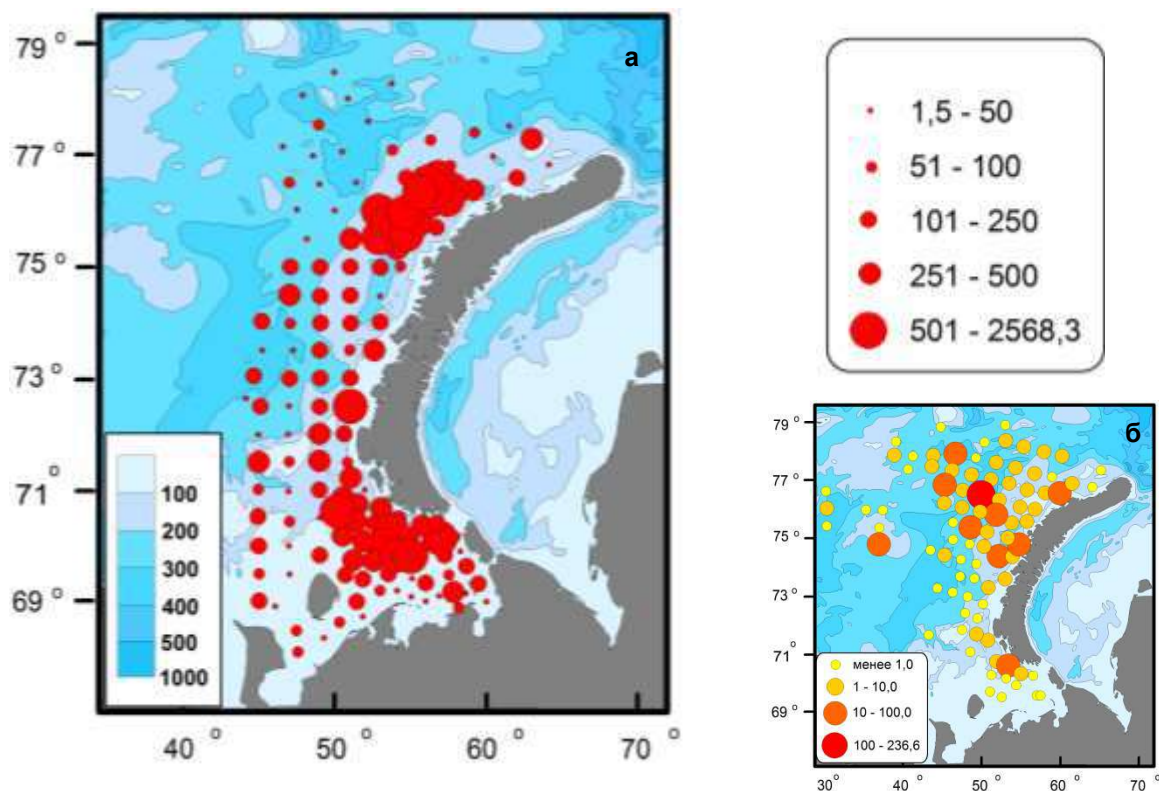


Рис. 34. Распределение биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) макрозообентоса (а) по данным за 2003-2006 гг. и биомасса ($\text{кг}/\text{милю траления}$) краба стригуна-опилио (б) по данным за 2015 г.

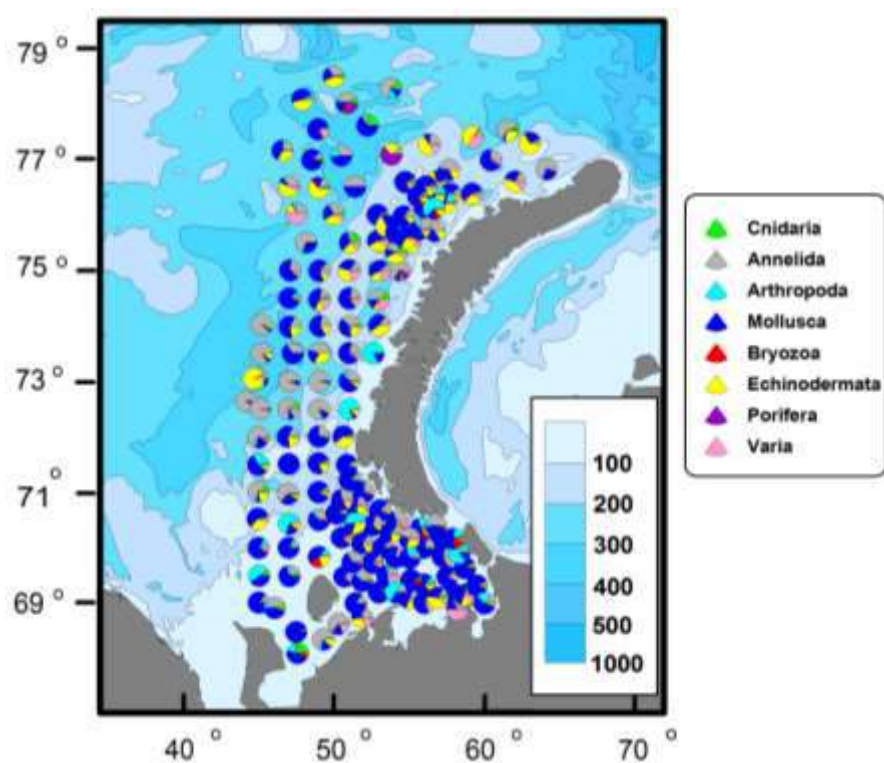


Рис. 35. Соотношение биомассы основных таксономических групп макрозообентоса в восточной части Баренцева моря по данным за 2003-2006 гг.

На юго-востоке района пониженная плотность поселения бентоса была отмечена в устьевой части Печорской губы и к северо-западу от о-ва Колгуев, повышенная – на юго-восточных мелководьях Печорского моря. К северу от поселка Варандей зафиксирована максимальная (10664 экз./м²) плотность организмов макрозообентоса.

На большинстве станций по плотности поселения преобладают кольчатые черви, представленные в основном полихетами (рис. 37). К востоку от п-ова Канин отмечены станции с высокой плотностью поселений стрекательных, в основном представленных гидроидами сем. Sertulariidae и видом *Obelia longissima*. На Новоземельском мелководье установлен ряд станций с повышенным количеством иглокожих – офиур *Ophiura robusta*, а во впадине Альбанова обнаружены станции с преобладанием двустворчатых моллюсков в основном семейства Thyasiridae и Arcidae.

Для выявления биотопов, благоприятных для развития молоди и обитания краба-стригуна опилио, проведено картирование сообществ макрозообентоса, выделенных путем кластеризации данных по продукции таксона на станции. В результате получено 11 различных сообществ, распределение которых представлено на рис. 38, основные характеристики выделенных сообществ приведены в табл. 5. К зоне высоких плотностей краба-стригуна опилио можно отнести сообщества в Южно-Новоземельском желобе и на Новоземельском мелководье, такие как сообщество *Macoma calcaria* (Mc), *Astarte borealis* (Ab), *Spiochaetopterus typicus* (St), *Clinocardium ciliatum* (C), *Psolus plantapus* (P) и группировку усоногих раков рода *Balanus* (B).

Сообщество с доминированием двустворчатого моллюска-детритофага *M. calcaria* занимает всю северную часть Новоземельской возвышенности, а в районе Южно-Новоземельского желоба зафиксировано у п-ова Гусиная Земля и о-ва Междушарский. Для этого района характерны глинистые и илисто-песчаные грунты с примесью камней и глубины 100-150 м. Данное сообщество высокопродуктивно и характеризуется большими показателями биоразнообразия и продукции. На долю *M. calcaria* приходится около половины валовой биомассы сообщества и около трети его суммарной продукции. Помимо *M. calcaria*, для сообщества характерны массовые поселения мелкой всеядной офиуры *Ophiura robusta* и голотурии-сестонофага *Psolus phantapus*. Плотность поселения *O. robusta* на отдельных станциях может достигать 1,5 тыс. экз./м².

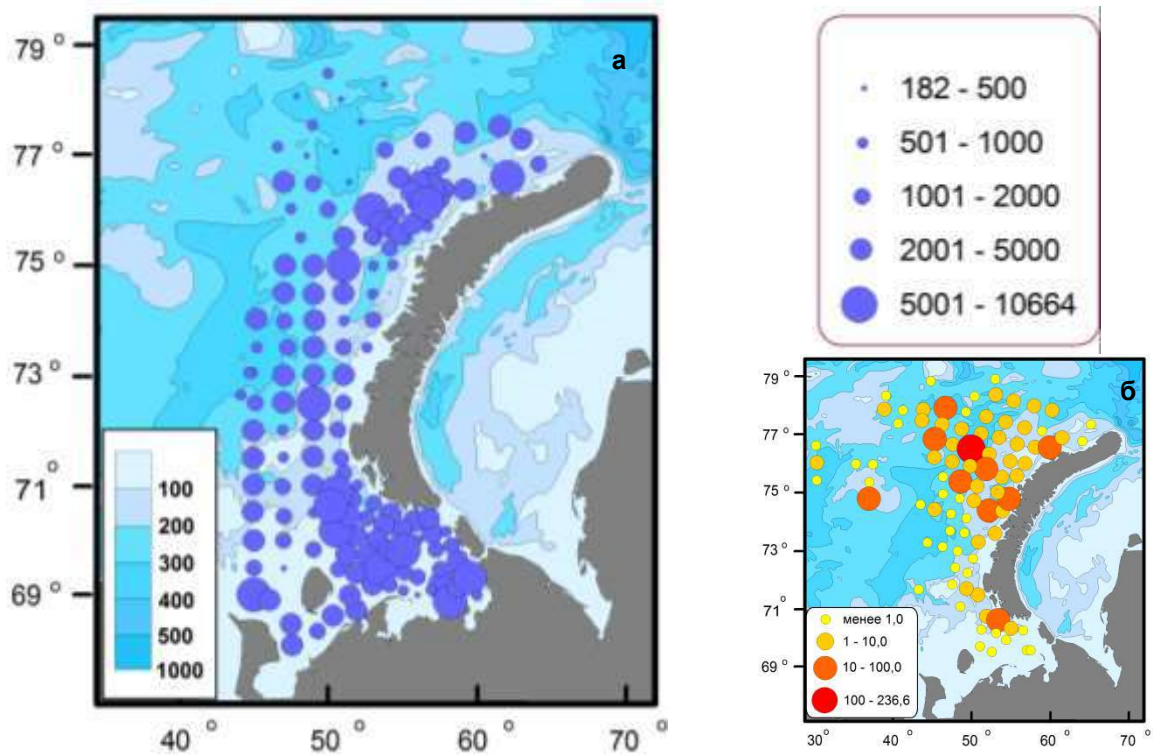


Рис. 36. Распределение плотности поселений (экз./м²) макрозообентоса (а) по данным за 2003-2006 гг. и биомасса (кг/миллю траления) краба стригуна-опилио (б) по данным за 2015 г.

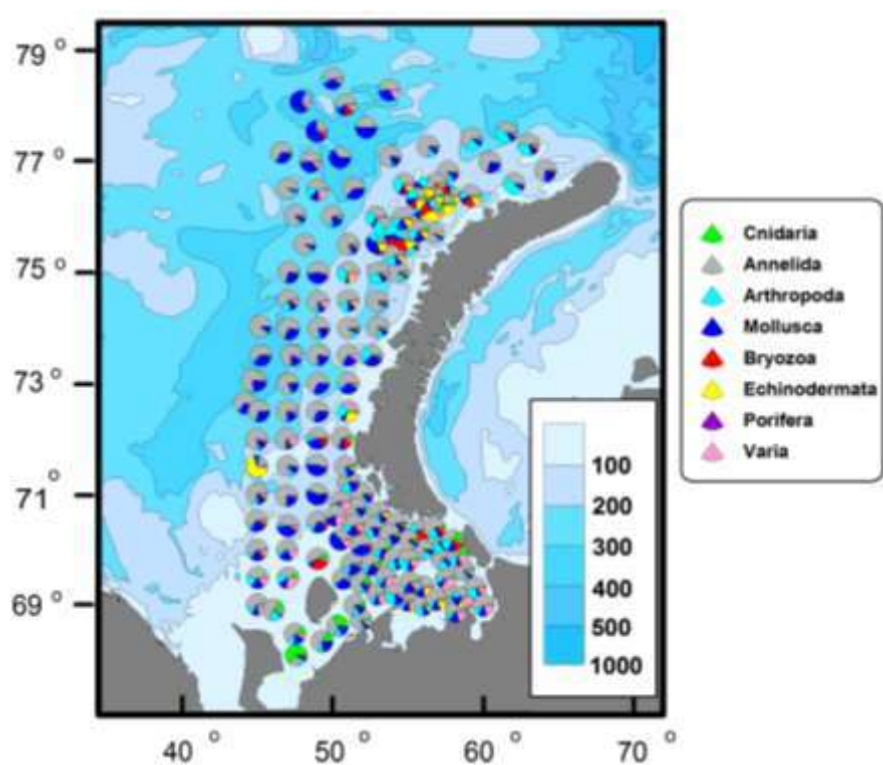


Рис. 37. Соотношение плотности поселений основных таксономических групп макрозообентоса в восточной части Баренцева моря по данным за 2003-2006 гг.

Таблица 5

Основные параметры сообществ макрозообентоса в восточной части Баренцева моря

Показатель	Сообщество									
	Ac	Bg	S	Sk	Mc	Ab	St	C	P	B
Глубина, м	253,7±38,8* (123-335)**	268,3±11,9 (238-294)	27,0±5,3 (10-57)	255,3±21,0 (200-303)	132,2±8,3 (86-213)	72,4±5,6 (8-132)	237,2±9,3 (138-349)	168,9±19,1 (135-240)	133,5±8,8 (117-147)	133,5±8,8 (52-107)
Общее кол-во таксонов,	194	170	256	235	501	705	546	240	208	573
Видовая плотность, таксон/0,5 м ²	62,2±19,2 (31-137)	71,8±8,8 (41-90)	65,0±6,7 (34-105)	92,2±12,3 (56-133)	101,2±8,1 (38-160)	119,7±5,0 (46-199)	77,8±4,7 (35-166)	96,0±21,0 (34-149)	103,6±16,0 (74-129)	125,2±9,6 (72-164)
Биомасса, г/м ²	77,8±51,2 (9,6-281,7)	100,4±24,5 (31,8-182,0)	31,3±11,0 (4,6-103,9)	43,9±14,0 (14,6-85,2)	404,5±60,0 (20,3-896,3)	257,1±37,2 (27,9-1253,1)	103,6±14,2 (1,5-321,6)	164,9±20,3 (101,7-206,5)	637,1±101,5 (458,6-810,2)	565,6±196,2 (58,4-2569,2)
Плотность поселения, экз./м ²	784±352 (238-2120)	1596±435 (346-2656)	1263±281 (272-2886)	1992±599 (877-3896)	2496±312 (700-5026)	3557±349 (643-10666)	1891±210 (182-5181)	2855±1026 (512-5972)	2684±362 (700-5026)	3267±552 (773-6926)
Продукция, г/м ² * год ⁻¹	56,1±29,7	124,9±36,6	37,8±8,0	53,9±11,4	288,9±39,3	199,9±20,7	116,5±12,2	156,2±28,9	312,0±38,4	401,2±119,6
Доминанты по биомассе	<i>Astarte crenata</i>	<i>Bathyarca glacialis</i>	<i>Serripes groenlandicus</i>	<i>Radiella grimaldi</i>	<i>Macoma calcarea</i>	<i>Astarte borealis</i>	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	<i>Clinocardium ciliatum</i>	<i>Psolus phantapus</i>	<i>Balanus balanus</i>
Доминанты по численности	<i>Galathowenia oculata</i>	<i>Galathowenia oculata</i>	<i>Galathowenia oculata</i>	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	<i>Ophiura robusta</i>	Nematoda g. sp.	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	<i>Paraninoe minuta</i>	<i>Philomedes globosus</i>	<i>Ophiura robusta</i>
Доминанты по продукции	<i>Astarte crenata</i>	<i>Bathyarca glacialis</i>	<i>Serripes groenlandicus</i>	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	<i>Macoma calcarea</i>	<i>Astarte borealis</i>	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	<i>Maldane sarsi</i> <i>Clinocardium ciliatum</i>	<i>Psolus phantapus</i>	<i>Balanus balanus</i>
Индекс Шеннона (по биомассе)	2,7±0,3	2,3±0,1	2,7±0,4	3,2±0,4	2,9±0,1	2,6±0,1	2,8±0,1	3,3±0,3	2,2±0,1	2,9±0,2
Индекс Шеннона (по числен.)	4,5±0,3	4,5±0,1	4,6±0,1	4,8±0,2	5,0±0,1	4,9±0,1	4,5±0,1	4,7±0,2	4,8±0,1	5,1±0,2

*Среднее и ошибка среднего.

**Минимальное и максимальное значения.

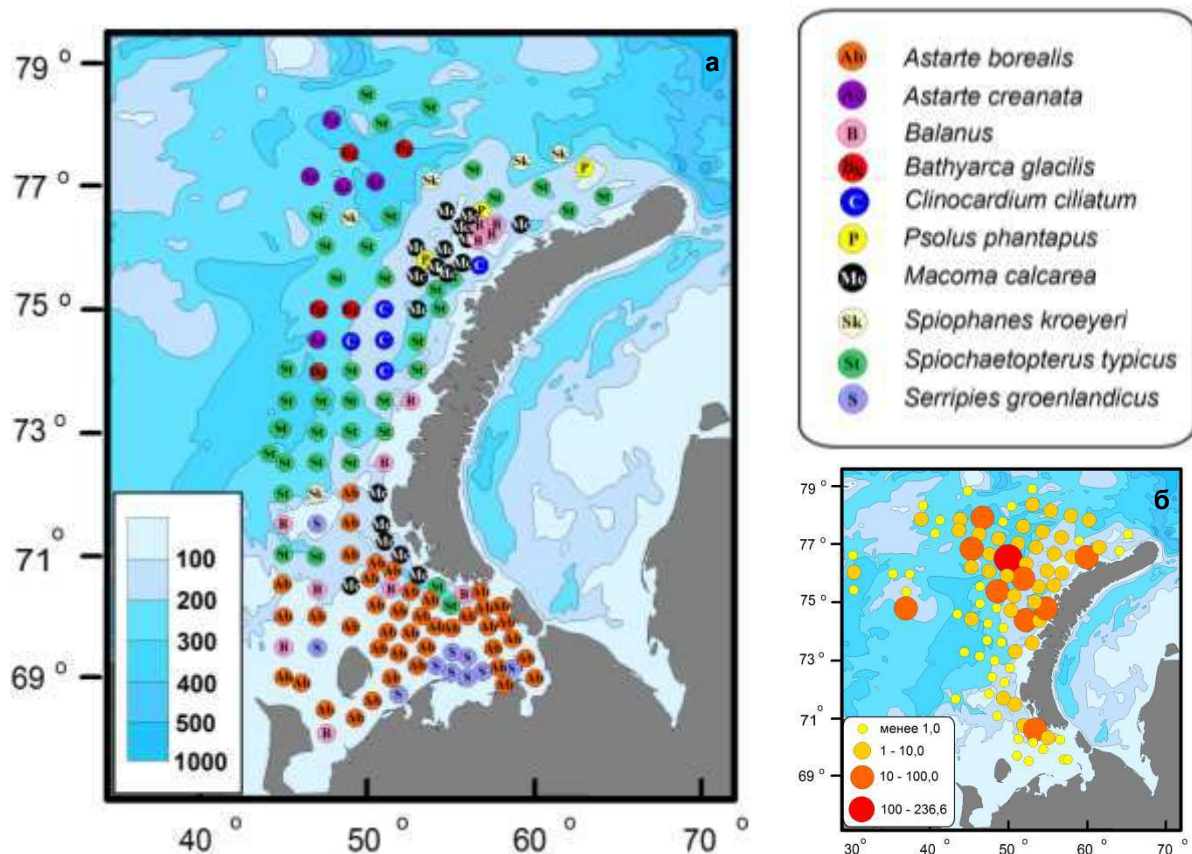


Рис. 38. Распределение сообществ макрозообентоса (а) по данным за 2003-2006 гг. и биомасса (кг/миллю траления) краба стригуна-опилио (б) по данным за 2015 г.

Сообщество с доминированием седентарной полихеты *Spiochaetopterus typicus*, образующей длинные хитиноподобные трубки, является одним из самых широко распространенных в исследованном районе. Оно занимает южные, западные и северные склоны Новоземельской возвышенности, распространено на склонах Новоземельского желоба и желоба Литке, а также отмечено на южных склонах возвышенности Кленовой. Как и в центральной части Баренцева моря, сообщество *S. typicus* обитает на средних глубинах (200-250 м) и илистых или илисто-песчаных грунтах.

В юго-восточной части Баренцева моря самым широко распространенным является сообщество с доминированием двустворчатого моллюска *Astarte borealis*. Оно занимает практически всю центральную часть Печорского моря на глубинах 50-130 м с илисто-песчаными и смешанными грунтами. Обилие бентоса превышает здесь 1 кг/м² и почти 10 тыс. экз./м², в среднем составляя около 400 г/м² и 4 тыс. экз./м². Станции этого сообщества при близком видовом составе и общем доминирующем виде дополняются субдоминированием 3 видов полихет, широко распространенных в этом районе. В одном случае в качестве субдоминанты выступает полихета

S. typicus, в другом – *Maldane sarsi*, в мелководных районах – *Galathowenia oculata*. Однако общий набор видов и продукционные характеристики позволяют объединять эти станции в один кластер.

Станции, расположенные в южной части Новоземельского желоба, характеризуются массовыми поселениями крупного двустворчатого моллюска *Clinocardium ciliatum*. Несмотря на то, что этот моллюск широко распространен в исследованном районе, только здесь количественные характеристики позволяют рассматривать его как доминирующий вид в сообществе донных организмов.

На глубинах до 100 м в области, изобилующей мелко- и крупнообломочным каменистым материалом, формируется сообщество организмов-обрастателей, среди которых доминируют усонogie раки рода *Balanus*. На больших глубинах приновоземельских мелководий проявляется наличие сообщества сейстонофага *Psolus phantapus*. На некоторых станциях этот вид выступает в качестве руководящей формы сообществ донных организмов. Условия для этого сообщества создаются на средних (120-190 м) глубинах с илисто-песчаными грунтами с примесью мелкообломочного каменистого материала в северной части Новоземельской возвышенности и районе плато Литке. Количественные характеристики бентоса на данных станциях близки к таковым сообщества *Macoma calcarea*, которое является основным для этого района. Однако массовое развитие *P. phantapus* позволяет выделить донное население на указанных станциях в отдельное сообщество.

Таким образом, область массового поселения баренцевоморского краба-стригуна опилио совпадает с районами наиболее обильной и разнообразной бентосной фауны, представленной преимущественно сообществами двух видов двустворчатых моллюсков – *M. calcarea* и *Astarte borealis*, что обеспечивает богатую кормовую базу как для молодежи, так и для взрослых особей краба.

Для оценки количественного распределения кормового макрозообентоса была построена карта (см. раздел 3.6). В исследованном районе биомасса кормового макрозообентоса варьировала от 0,9 до 1194,4 г/м², в среднем составляя 172,8±16,0 г/м² (рис. 39). В целом карта распределения биомассы кормовых объектов повторяет карту общего распределения макрозообентоса (см. рис. 34). Доля кормового бентоса на станциях варьирует от 7,1 до 100 %, в среднем составляя 79,5±1,9 % (медиана – 89,3 %).

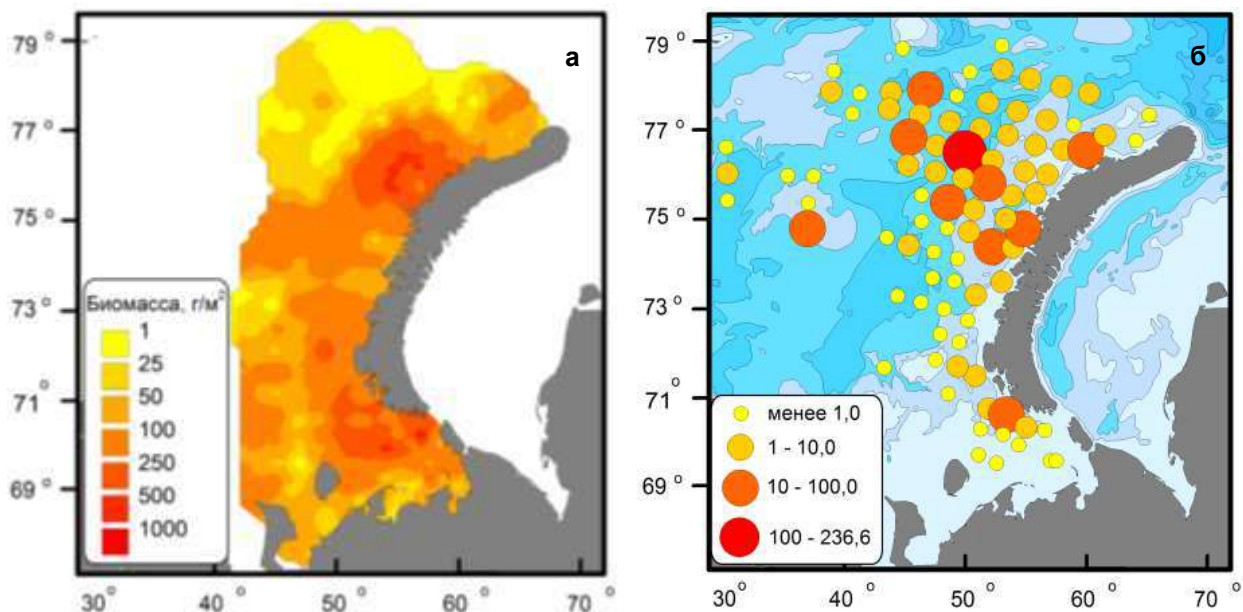


Рис. 39. Распределение кормового макрозообентоса (а) по данным за 2003-2006 гг. и биомасса (кг/милю траления) краба стригуна-опилио (б) по данным за 2015 г.

Карское море. В проанализированных дночерпательных пробах отмечено 297 таксонов, принадлежащих к 14 типам, 24 классам, 61 отряду и 138 семействам морских донных беспозвоночных. Из 297 таксонов 249 определено до видового и подвидового уровня (84 % от общего видового списка).

Наиболее обильными по количеству видов оказались типы *Arthropoda* – 92 вида (31 % от видового списка), *Annelida* – 84 (28 %) *Mollusca* – 57 (19 %) соответственно. На долю мшанок и стрекательных приходилось 40 видов (13,5 %), на долю остальных типов – около 8,5 % от видового состава. В исследованном районе видовое богатство варьировало от 7 до 66 таксон/0,1 м² и в среднем составило 35±3 таксон/0,1 м². Наименьшее видовое разнообразие наблюдалось в мелководных прибрежных районах, на это, вероятно, влияют тип грунта и выхолаживание вод в зимний период (рис. 40).

Соотношение основных таксономических групп макрозообентоса в исследованном районе характеризуется доминированием трех типов – *Annelida* в основном группой многощетинковых червей (*Polychaeta*), *Mollusca* и *Arthropoda* (см. рис. 40).

Биомасса макрозообентоса на станциях варьировала от 4,1 до 817,0 г/м², в среднем составляя 151,9±26,4 г/м² (рис. 41), в прибрежной части этого района она не превышала 50 г/м², наибольшая (более 500 г/м²) биомасса отмечена на глубинах 50-100 м и более. Эти особенности связаны с изменением характера грунта и увеличением количества инфауны.

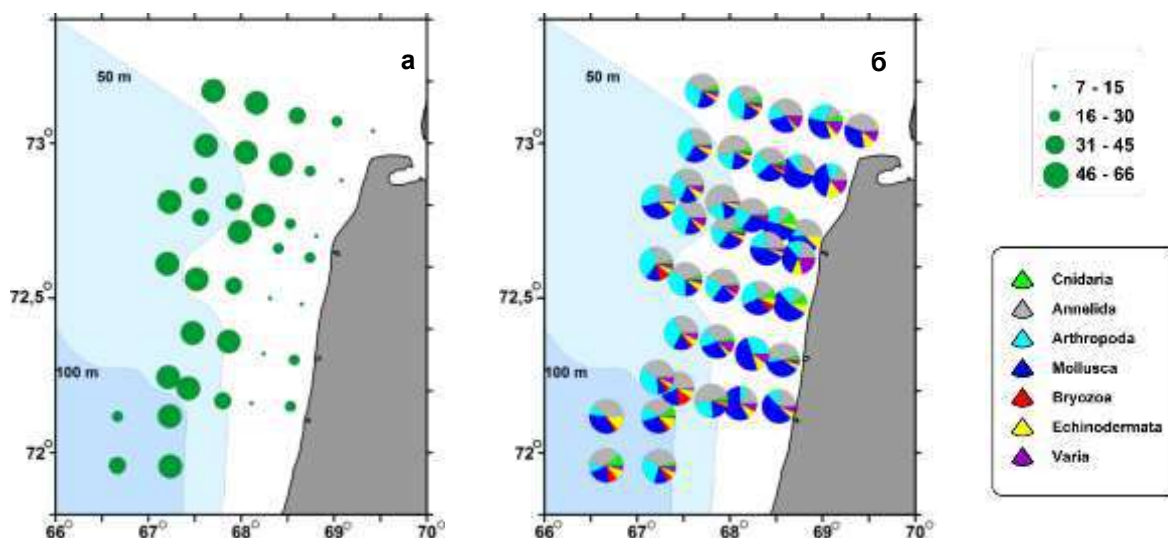


Рис. 40. Распределение видового богатства (таксон/0,1 м²) (а) и структура основных таксономических групп макрозообентоса (б) на западе от п-ова Ямал в 2014 г.

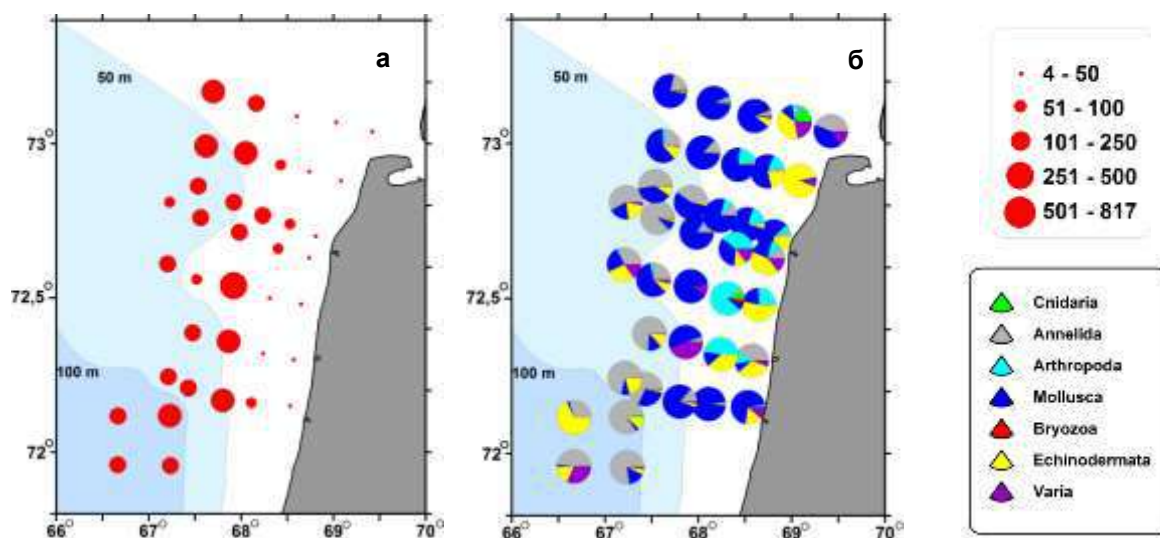


Рис. 41. Распределение биомассы (г/м²) (а) и соотношение биомассы (б) основных таксономических групп макрозообентоса на западе от п-ова Ямал в 2014 г.

Распределение основных групп макрозообентоса отличается от распределения видового богатства. На средних глубинах по биомассе доминируют двустворчатые моллюски. На большинстве станций в прибрежной зоне основу биомассы поселений составляют иглокожие, представленные офиурой *Stegophiura nodosa*, а в глубоководной части – голотурией *Molpardia arctica*. Плотность поселения макрозообентоса варьирует от 123 до 5160 экз./м², в среднем составляя 1485±172 экз./м². В прибрежной части исследованного района она низкая, исключение составляет поселение двустворчатого моллюска *Boreacola maltzani* в районе м. Скуратова (рис. 42), в

остальной части района плотность поселений не опускается ниже 500 экз./м².

Соотношение плотности поселений основных таксономических групп макрозообентоса характеризуется доминированием типа Annelida (преимущественно многощетинковых червей) на глубинах около 50 м и более. В прибрежной части на плотных грунтах, мало пригодных для существования большинства видов полихет, доминируют иглокожие, раки и локально двустворчатые моллюски (см. рис. 42).

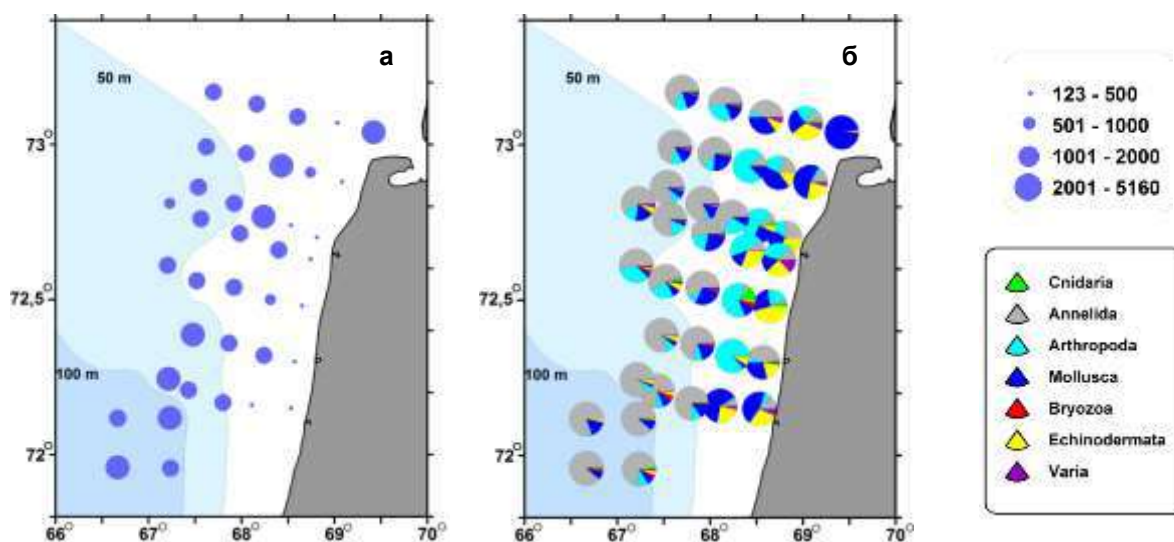


Рис. 42. Распределение (экз./м²) (а) и соотношение (б) плотности поселений основных таксономических групп на западе от п-ова Ямал в 2014 г.

Наиболее обилен макрозообентос на глубинах более 50 м, где высокая плотность поселений и биомассу формируют многощетинковые черви, двустворчатые моллюски и иглокожие, являющиеся основной пищей краба-стригуна опилио.

По результатам кластеризации данных по продукции макрозообентоса на станциях выделено 5 сообществ (рис. 43), где четко прослеживается их смена с увеличением глубины и вероятным изменением характера грунта. Основные параметры сообществ макрозообентоса приведены в табл. 6.

Самое мелководное сообщество макрозообентоса представлено на одной станции в районе м. Скуратова, где доминирующим видом является двустворчатый моллюск *Boreacola maltzani*, плотность поселения которого здесь достигает 2263 экз./м². В целом данное сообщество характеризуется крайне обедненным видовым составом (9 видов) и низкой средней биомассой (1,1±0,4 г/м²).

В прибрежной зоне на подвижных и хорошо промытых песках предполагается сообщество *Stegophiura nodosa* и *Serripeis groenlandicus*, харак-

теризующееся невысокими значениями биоразнообразия и обилия. В целом по сообществу средняя биомасса составляет $19,9 \pm 3,9$ г/м². Уловы офиуры достигают 133 экз./м² и 8,9 г/м², серрипеса – 66 экз./м² и 5,7 г/м².

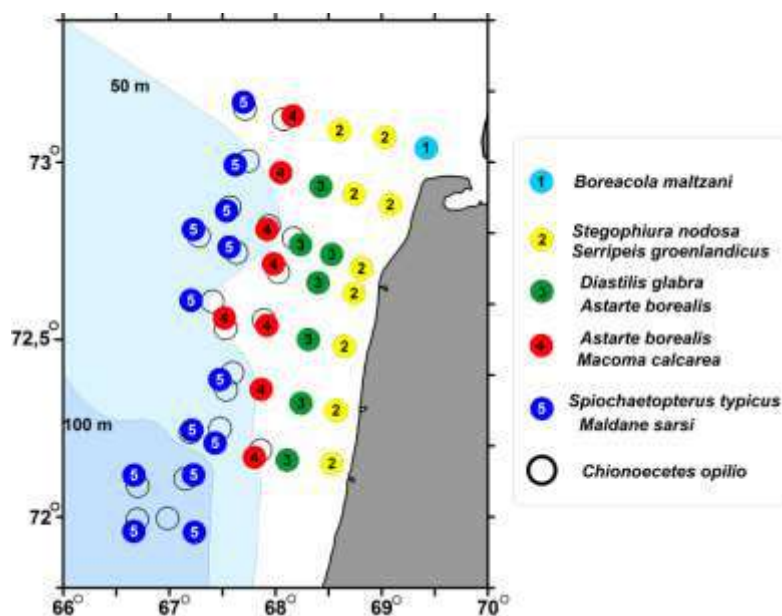


Рис. 43. Распределение сообществ макрозообентоса (цветные круги) в дночерпательных сборах и районы поимок краба-стригуна опилио (бесцветные круги) в траловых сборах на западе от п-ова Ямал в 2014 г.

Глубже расположено сообщество кумового рака *Diastylis glabra* и двустворчатого моллюска *Astarte borealis*, плотность поселения которого равна 3616 экз./м², а средняя биомасса составляет $70,8 \pm 16,9$ г/м². Постепенно с увеличением глубины доминирующим видом становится двустворчатый моллюск *Macoma calcarea*, формирующий совместно с *A. borealis* эколого-фаунистический комплекс этих видов. Средняя биомасса в данном сообществе составляет $329,2 \pm 74,9$ г/м² и является самой высокой среди сообществ указанного района. На этой группе станций зафиксирован наибольший показатель продукции – $225,3 \pm 28,5$ г/м² × год⁻¹.

В относительно глубоководных районах (более 50 м) располагается сообщество двух видов многощетинковых червей *Spiochaetopterus typicus* и *Maldane sarsi*, их средняя биомасса оценивается в $177,1 \pm 20,0$ г/м² и является второй среди выделенных сообществ макрозообентоса.

Таким образом, в исследованном районе сообщества макрозообентоса постепенно сменяют друг друга по мере увеличения глубины. Как видно из распределения сообществ в Карском море, поимки краба-стригуна приурочены в основном к глубинам более 50 м в двух сообществах – глубоководном эколого-фаунистическом комплексе двух видов полихет и комплексе двух массовых видов двустворчатых моллюсков. Это, скорее всего,

связано с благоприятной кормовой базой для краба-стригуна опилио в этих сообществах и отсутствием резких колебаний температуры и солености воды.

Таблица 6

Основные параметры сообществ макрозообентоса в Карском море

Показатель	Сообщество				
	1	2	3	4	5
Глубина, м		15,7±1,4* (8-24)**	28,3±1,3 (25-33)	41,9±1,9 (34-52)	102,0±7,9 (58-143)
Общее кол-во таксонов	6	68	85	194	190
Видовая плотность, таксон/0,1 м ²	9	16,7±2,5 (7-31)	26,1±7,0 (10-55)	52,8±3,0 (40-67)	47,5±2,1 (30-58)
Биомасса, г/м ²	10,3	19,9±3,9 (7,9-42,4)	70,8±16,9 (4,1-141,1)	329,2±74,9 (53,8-816,0)	177,1±20,0 (74,2-321,4)
Плотность поселения, экз./м ²	2353	455,4±112,0 (123-1135)	1985±712 (263-5160)	1507±108 (1050-1915)	1898±138 (753-2956)
Производство, г/м ² × год ⁻¹	44,4	32,9±5,0	105,2±25,8	225,3±28,5	207,3±22,7
Доминанты по биомассе	<i>Boreacola maltzani</i>	<i>Stegophiura nodosa</i> , <i>Serripeis groenlandicus</i>	<i>Astarte borealis</i>	<i>Astarte borealis</i>	<i>Spiochaetopterus typicus</i>
Доминанты по численности	<i>Boreacola maltzani</i>	<i>Stegophiura nodosa</i>	<i>Diastylis glabra</i>	<i>Levinsenia gracilis</i> , <i>Maldane sarsi</i>	<i>Spiochaetopterus typicus</i> , <i>Scoletoma minuta</i>
Доминанты по продукции	<i>Boreacola maltzani</i>	<i>Stegophiura nodosa</i> , <i>Serripeis groenlandicus</i>	<i>Diastylis glabra</i> , <i>Astarte borealis</i>	<i>Macoma calcarea</i> , <i>Astarte borealis</i>	<i>Spiochaetopterus typicus</i> , <i>Maldane sarsi</i>
Индекс Шеннона (по биомассе)	2,0	2,1±0,2	2,2±0,3	2,4±0,2	2,5±0,1
Индекс Шеннона (по численности)	0,34	3,1±0,2	2,6±0,3	4,4±0,1	3,9±0,1

*Среднее и ошибка среднего.

**Минимальное и максимальное значения.

3. БИОЛОГИЯ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

3.1. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

В главе анализируется динамика расселения краба-стригуна опилио в Баренцевом море, а также рассматриваются факторы, влияющие на процессы его акклиматизации.

В качестве материала для исследования использованы данные ПИНРО по уловам краба в Баренцевом море, полученные в ходе наблюдений за промыслом рыб донных видов, данные траловых съемок северной креветки в 1996-2003 гг., а также комплексных российско-норвежских экосистемных съемок, выполненных в 2004-2015 гг.

Информация о приловах краба на донном траловом промысле поступала с судов, на которых были научные группы или инспекторы рыбоохраны. В сообщениях указывались дата и координаты поимки, параметры орудия лова, количество пойманных крабов и их основные биологические характеристики (пол, ширина карапакса, состояние покровов).

В 1996 г. краб впервые был отмечен в Баренцевом море на северном склоне Гусиной банки в ходе научно-исследовательской съемки запасов северной креветки (Кузьмин, Ахтарин, Менис, 1998). С этого времени наблюдается постепенное увеличение ежегодного количества сообщений о приловах краба на склонах Гусиной и Демидовской банок (Павлов, 2006; Kuzmin, 2000) (рис. 44).

Общее количество пойманных крабов в 1996-2003 гг. составило 164 экз. (табл. 7). С 1996 по 2003 г. краб-стригун опилио в Баренцевом море был отмечен в уловах, полученных с глубин 100-330 м в основном на илистых и песчано-илистых грунтах, реже – на илисто-глинистых и песчано-глинистых. Температура воды в районах, где зарегистрированы его поимки, в придонном слое варьировала от $-1,5$ до $+4,3$ °С, соленость – от 34,5 до 35,1. При температуре воды от $-1,1$ до $+1,3$ °С уловы крабов достигали максимальных значений.

С 2002 г. количество сообщений о приловах краба увеличилось. Животные отмечались не только в районах их первой регистрации, но и далеко за пределами склонов Гусиной банки. Наличие функционально половозрелых особей вида, а также нахождение самок с икрой послужили подтверждением успешного размножения крабов-стригунов в новом районе обитания.

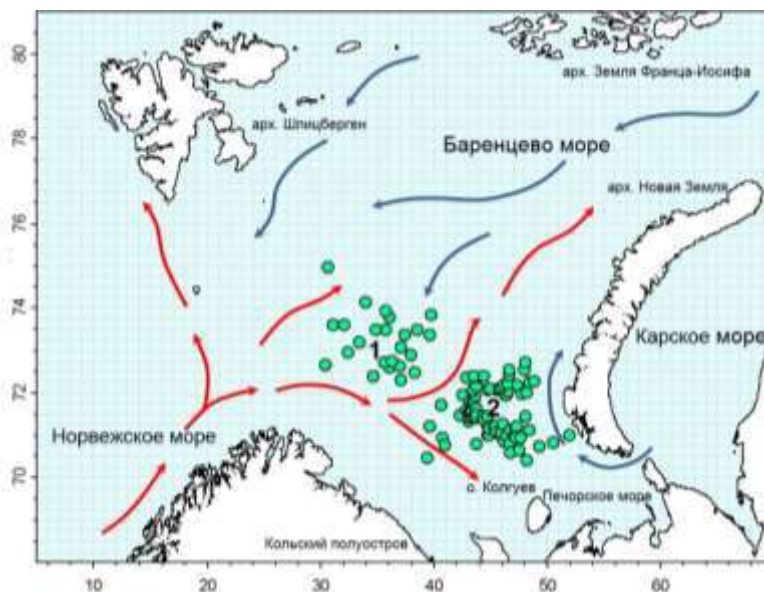


Рис. 44. Места поимок краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 1996-2003 гг. на Демидовской (1) и Гусиной (2) банках и основные направления теплых (красные стрелки) и холодных (синие стрелки) течений

Таблица 7

Объем материала по крабу-стригуну опилио, полученный в ходе наблюдений за промыслом рыб донных видов и научно-исследовательских съемок северной креветки в 1996-2003 гг.

Год	Кол-во сообщений	Кол-во крабов, экз.
1996	5	5
1997	1	1
1998	2	2
1999	7	8
2000	12	8
2001	9	5
2002	21	28
2003	79	107

В соответствии с основными направлениями баренцевоморских придонных течений был определен наиболее вероятный северо-восточный вектор будущей экспансии краба на личиночной планктонной стадии. Однако отсутствие систематических исследований и промысла не позволило до 2004 г. достоверно оценивать наличие крабов в северо-восточных районах Баренцева моря.

Регулярные исследования по расселению баренцевоморского краба-стригуна опилио стали возможны с началом (2004 г.) проведения российско-норвежских комплексных экосистемных съемок. Такие ежегодные съемки, в которых одновременно участвуют 4-5 судов, осуществляют по настоящее время по стандартной методике в летне-осенний период, охватывая большую часть акватории Баренцева моря. Площадь такой съемки в

среднем составляет около 1500 тыс. км² (Eriksen, 2012). Сбор первичного материала выполняли донным тралом Sampelen с горизонтальным раскрытием 25 м, вертикальным – 5 м и вставкой в кутовой части из дели с размером ячеи 22 мм. Количество донных тралений, выполненных за год, варьировало от 650 до 1123.

Систематические исследования краба, начавшиеся в 2004 г. в ходе экосистемных съемок Баренцева моря, выявили увеличение ареала, плотности скоплений и численности краба-стригуна в новом для этого вида регионе (табл. 8). Так, в 2005 г. акватория встречаемости краба увеличилась в 3, в 2006 г. – еще в 2 раза по сравнению с предыдущими наблюдениями, а за первые 4 года исследований – в 10 раз. Начиная с 2007 г. эта площадь в среднем ежегодно увеличивалась на 10 %. Ее сокращение в 2014 г., скорее всего, свидетельствует не о реальных процессах в динамике популяции, вызванных естественными причинами смертности и пополнения, а о технических особенностях съемки, повлекших за собой изменения в уловистости трала для бентосных организмов (устные сообщения сотрудников ПИНРО Д.В. Прозоркевича и П.А. Любина).

Таблица 8

Площадь распространения, средняя плотность распределения и индекс численности краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2004-2014 гг.

Год	Площадь распространения, тыс. км	Средняя плотность распределения, экз./км ²	Индекс численности, млн экз.
2004	44	1	0,63
2005	130	3	2,21
2006	262	7	5,24
2007	336	19	14,31
2008	447	116	86,38
2009	514	36	26,91
2010	557	76	56,25
2011	605	1144	849,63
2012	569	5854	4346,32
2013	662	3071	2280,25
2014	452	2234	1658,43

Наряду с увеличением площади распространения краба, возросла относительная плотность его распределения (см. табл. 8). До 2007 г. крабы в уловах встречались единично, существенный рост вылова произошел в 2011 г. С этого времени в размерном составе уловов преобладала неполовозрелая молодежь краба, которая в настоящее время составляет основу численности баренцевоморской популяции *S. opilio*. За весь период исследований индекс численности возрос на три порядка. Такое увеличение численности животных часто наблюдается в начале периода акклиматизации.

Однако в 2014-2015 гг. отмечено некоторое снижение средних уловов краба во время съемок. Причины такого снижения точно не установлены и требуют дальнейшего исследования.

Результаты экосистемных съемок в 2004-2015 гг. показали, что расширение ареала краба-стригуна опилио в Баренцевом море проходило в северном, южном и западном направлениях (рис. 45).

В 2005 г. восточная граница встречаемости краба-стригуна опилио в Баренцевом море вплотную приблизилась к берегам архипелага Новая Земля. В 2008 г. южные и юго-восточные границы распределения приблизились к географическому пределу Баренцева моря – прибрежным районам Печорского моря (о-ва Колгуев и Вайгач, п-ов Канин, прол. Карские Ворота). С 2008 по 2012 г. проходило формирование современных границ распространения краба-стригуна на юго-западе. Лимитирующим фактором дальнейшего распространения краба-стригуна опилио стала высокая (7-9 °С), некомфортная для него придонная температура побережья Мурмана и вод вблизи п-ова Канин.

Расселение баренцевоморского краба-стригуна опилио в северном, северо-западном и северо-восточном направлениях отмечалось в течение всего периода наблюдений. В 2009 г. краб был отмечен в прибрежных районах архипелага Земля Франца-Иосифа. Начиная с 2010 г. *S. opilio* регулярно встречается не только в районах вблизи ЗФИ, но и на других участках северо-востока Баренцева моря, достигнув границ проведения экосистемной съемки. В связи с этим обстоятельством, мониторинг расселения краба в северном направлении в настоящее время затруднен из-за отсутствия наблюдений.

В 2010-2011 гг. замедлилась экспансия краба в северо-западном направлении, не достигнув при этом восточных берегов архипелага Шпицберген. Единичные поимки крабов в районах западнее 34-35° в.д. во все годы исследований были случайны и не могут достоверно свидетельствовать о массовом расселении краба в северо-западных районах Баренцева моря.

Условно принимая за центр расселения краба-стригуна опилио район первых поимок в Баренцевом море, мы проанализировали удаленность последующих обнаружений краба от этого центра. Анализ данных показал, что наиболее активная экспансия *S. opilio* отмечена в северо-восточном направлении. Расчетная скорость расселения краба на северо-востоке моря в среднем составила 105 км в год, в южном и северном направлениях – 69 км в год. Продвижение краба на запад проходило неактивно, в среднем составляя 39 км в год.

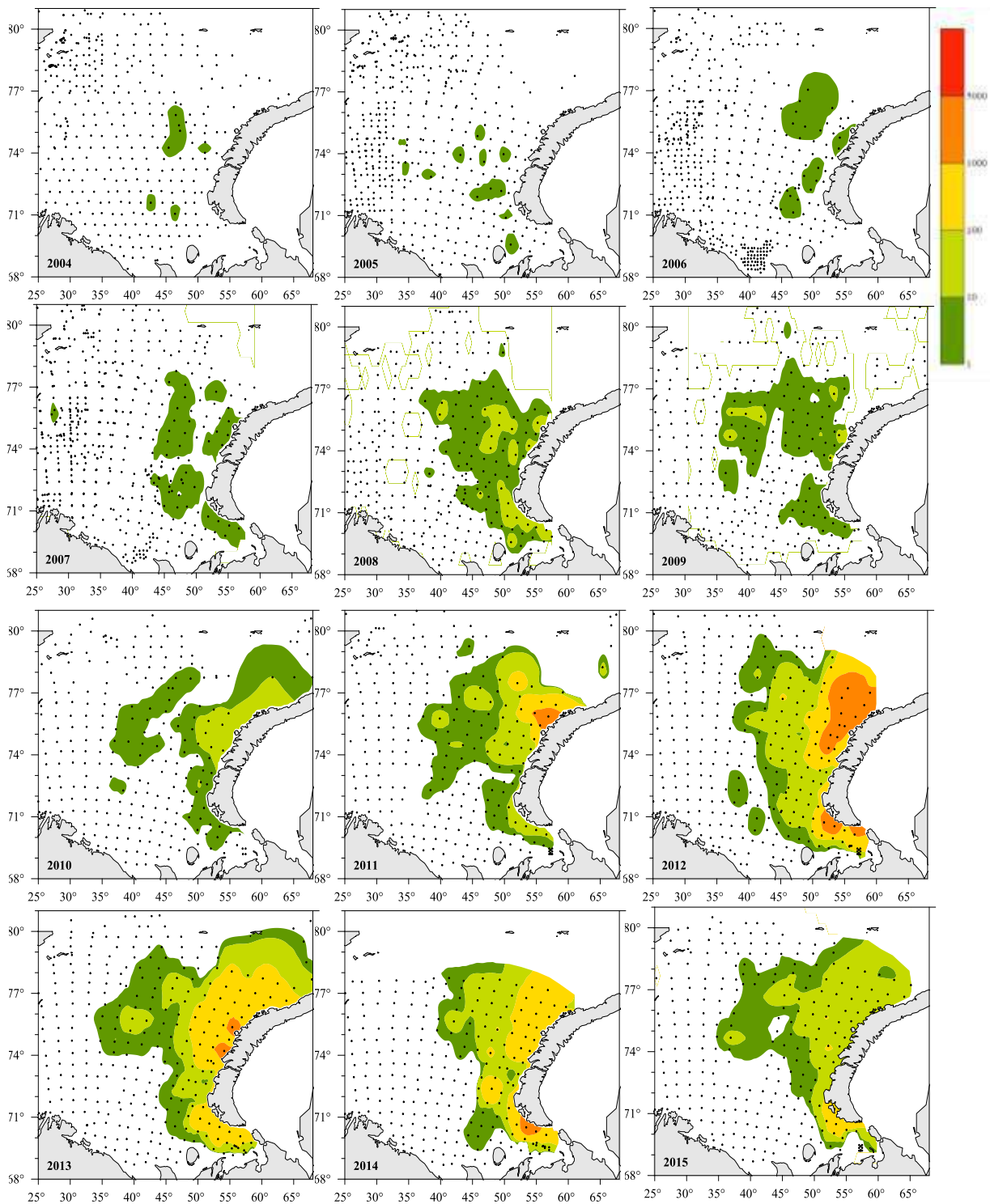


Рис. 45. Динамика плотности распределения краба-стригуна опилио в Баренцевом море по результатам экосистемных съемок в 2004-2015 гг. (точками отмечены места постановки донного трала)

Анализ распределения уловов краба-стригуна опилио по глубинам за весь период наблюдений показал, что наиболее часто особи этого вида обитали на глубинах 150-250 м. В то же время краб периодически встре-

чался на мелководьях (до 100 м) и в глубоководных впадинах (более 250 м) Баренцева моря. С расселением краба в восточном и юго-восточном направлениях частота его уловов увеличилась на мелководных участках (до 50 м), прилегающих к архипелагу Новая Земля. В 2012-2013 гг. объект начал встречаться на мелководьях в юго-восточной части Баренцева моря (Печорское море) на глубинах 17-20 м. В настоящее время это минимальная глубина, на которой регистрировали уловы баренцевоморского краба-стригуна *опилио*, максимальная была отмечена в 2011 г. и составила 551 м.

К 2013 г. расселение краба-стригуна *опилио* в северо-восточном направлении достигло границ глубоководного желоба Святой Анны на границе Баренцева и Карского морей.

Результаты экосистемных съемок показали, что границы распространения баренцевоморского краба-стригуна *опилио* меняются из года в год. Однако начиная с 2011 г. площадь акватории распределения объекта и границы высоких плотностей остаются практически прежними. Ниже приводятся особенности современного состояния популяции краба-стригуна *опилио* в Баренцевом море, выявленные в результате анализа объединенных данных съемок за 2010-2015 гг.

Современный ареал краба-стригуна *опилио*, сложившийся к 2015 г., охватывает 34 % от общей площади Баренцева моря, составляя 618 тыс. км². Краб-стригун стал обычным представителем бентосной фауны в восточной части Баренцева моря от о-ва Колгуев на юге до архипелага Франца-Иосифа на севере. Наиболее плотные скопления молоди краба встречаются в юго-восточном районе (Печорское море) и на северо-восточных акваториях у побережья архипелага Новая Земля. Скопления половозрелых особей отмечаются в центральных (Центральная возвышенность) и центрально-восточных (Новоземельская банка) районах.

Ареал краба-стригуна *опилио* достиг географических границ Баренцева моря на востоке, приблизившись к береговой линии архипелага Новая Земля. На юго-востоке активное расселение краба также завершилось. Здесь границы ареала *C. opilio* совпадают с южной границей Печорского моря (рис. 46).

Анализ распределения придонной температуры и краба-стригуна *опилио* в Баренцевом море показал, что температура является в значительной степени лимитирующим фактором дальнейшего расселения краба этого вида в районы с повышенным теплосодержанием вод. Так, баренцевоморский *C. opilio* в настоящее время обитает при температуре от $-1,9$ до $+9,3$ °С, а наибольшая встречаемость зарегистрирована от $-1,5$ до $+3,0$ °С.

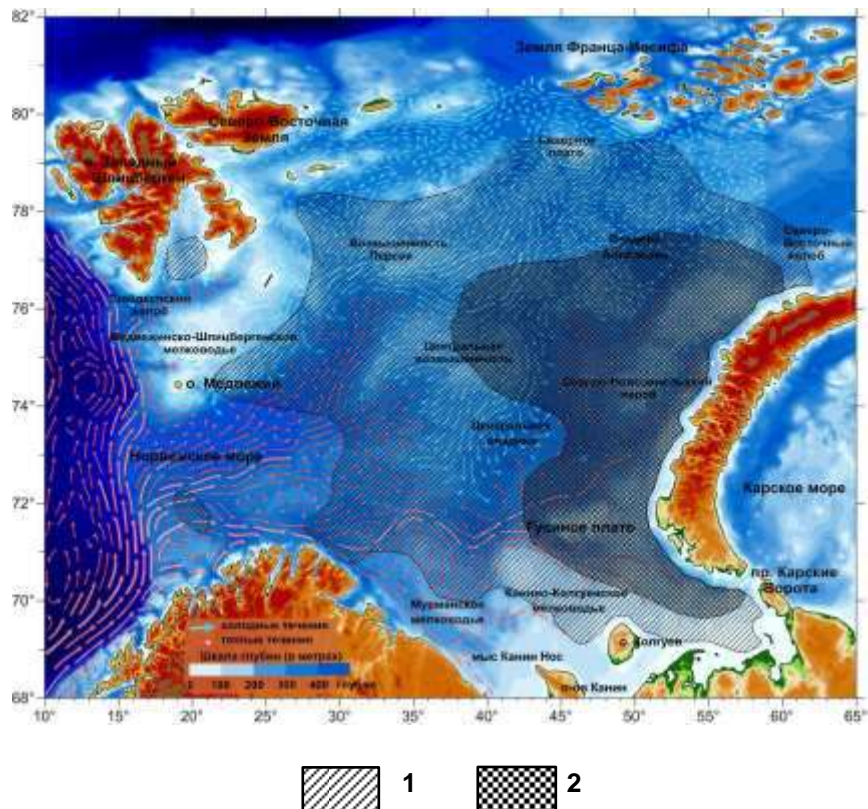


Рис. 46. Современное пространственное распределение краба-стригуна опилио в Баренцевом море: 1 – ареал краба-стригуна опилио; 2 – места образования плотных скоплений

Известно, что основными факторами, влияющими на распределение и формирование промысловых скоплений краба-стригуна опилио, являются температура, глубина и тип грунта (Слизкин, 1982; Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). Предпочитаемые диапазон глубин и температура воды для краба-стригуна в Баренцевом море сходны с условиями обитания популяций краба этого вида в традиционных районах его существования в Атлантике и Тихом океане. Наиболее холодноводные и глубоководные скопления краба этого вида, имеющие промысловое значение, отмечены у берегов Гренландии в области отрицательной температуры на глубинах более 300 м.

Основные глубины (150-250 м) обитания промыслового краба-стригуна опилио характерны для популяций, населяющих воды восточного побережья Берингова моря, зоны Канады и Дальневосточного региона России. Промысловые скопления краба этого вида образуют на глубинах менее 100 м у восточного побережья Канады. Верхняя граница температуры воды для *S. opilio* составляет 9-10 °C, однако с увеличением среднегодовой придонной температуры (до 6 °C) плотность поселений краба снижается, а промысловые скопления практически не встречаются. Южная граница существования краба в Тихом океане проходит у южных берегов Японии.

Поверхностные воды здесь теплые, поэтому *C. opilio* обитает в основном глубже 200 м при придонной температуре ниже 5 °С.

Таким образом, с учетом теплового режима и батиметрического распределения краба в нативном ареале и Баренцевом море лимитирующим фактором дальнейшего расселения баренцевоморского краба-стригуна опилио может стать высокая (более 6 °С) придонная температура, характерная для юго-западной части Баренцева моря.

При оценке дальнейшего расселения *C. opilio* в Баренцевом море необходимо учитывать направление и скорость течений, тип грунта, соленость и наличие кормового бентоса.

В местах традиционного обитания краб-стригун опилио предпочитает илистые и песчано-илистые грунты, однако молодь чаще встречается на мелководьях, песчаных и илисто-гравийных грунтах (Иванов, Соколов, 1997; Слизкин, 1982; Dufour, 1988). Большая часть дна Баренцева моря покрыта песчаными илами, склоны и возвышенности банок, а также некоторые прибрежные районы – илистым песком. На отдельных участках имеются пески. Дно юго-восточной части Баренцева моря занимают илистые отложения (Добровольский, Залогин, 1982). Такое разнообразие грунтов Баренцева моря благоприятно для жизнедеятельности краба-стригуна опилио, оно способствует дальнейшему его расселению в Баренцевом море.

Одним из основных абиотических факторов, способствующих широкому расселению краба в дальневосточном регионе, является направление течений, переносящих личинок (Слизкин, 1982). В Баренцевом море существует сложная система поверхностных и глубинных течений, общим свойством которых является движение вод против часовой стрелки (Novitsky, 1961). Это свойство благоприятно сказалось на успешной акклиматизации краба-стригуна опилио в Баренцевом море, направив основной вектор переноса его личинок в северо-восточном направлении, – в район с оптимальным (менее 3 °С) температурным режимом для развития молоди. Дальнейшему продвижению баренцевоморского *C. opilio* в северо-западном направлении будут способствовать холодные течения из Арктического бассейна, направленные к югу от Земли Франца-Иосифа и вдоль восточных берегов островов архипелага Шпицберген. Еще одной причиной, влияющей на возможность будущего распространения краба-стригуна опилио в прибрежных районах Баренцева моря, может стать соленость прибрежных вод, которые подвержены значительному опреснению (Anger, 2003). В то же время известно, что крабы этого вида часто образуют плотные скопления при пониженной (вплоть до 32) солености (Слизкин, 1982). С учетом этой биологической особенности и того, что 2/3 акватории Баренцева моря находится под влиянием атлантических вод (на поверхности моря соленость превышает 34, а на остальной акватории колеблется в пре-

делах 32-34) (Добровольский, Залогин, 1982) фактор солености не играет значимой роли в дальнейшем расселении баренцевоморского краба-стригуна опилио.

Таким образом, основные абиотические факторы среды в Баренцевом море, влияющие на потенциальное распределение краба-стригуна, не препятствуют успешной акклиматизации краба этого вида, колонизации новых акваторий и формированию наиболее плотных скоплений в северной и северо-западных частях Баренцева моря.

Некоторые авторы считают, что успех распространения краба-стригуна опилио зависит от наличия кормового бентоса и хищников (Кобякова, 1958; Слизкин, 1982; Галкин, 1985) – это бесспорно. Для формирования плотных скоплений краба необходимы существенные пищевые ресурсы, отсутствие каннибализма и хищников, которые могут подрывать численность популяции. Однако большинство авторов отмечают важность кормовой базы лишь в контексте формирования промысловых скоплений краба. К сожалению, недостаток данных о распределении кормового бентоса в северо-западных районах Баренцева моря не позволяет количественно оценить зависимость краба-стригуна опилио от кормового бентоса. Наличие кормовой базы для крабов этого вида можно косвенно подтвердить присутствием других баренцевоморских нативных ракообразных, имеющих схожие пищевые предпочтения и обитающих в районах, перспективных для распространения краба-стригуна опилио.

Анализ питания краба-стригуна опилио в Баренцевом море показал, что наиболее близкими пищевыми конкурентами для него являются два вида аборигенных крабов: *Nyas araneus* и *Lithodes maja*, которых часто отмечают в северо-западных районах (Павлов, 2007). Кроме того, постоянное присутствие здесь рыб-бентофагов также свидетельствует о наличии удовлетворительной кормовой базы для краба-стригуна опилио. В то же время, чтобы оценить достаточно ли пищевых ресурсов для формирования промысловых скоплений *S. opilio* требуются дальнейшие исследования.

Стоит отметить, что продолжающиеся рост численности и географическая экспансия баренцевоморского краба-стригуна опилио в новом регионе обитания существенно влияют на изменчивость его распределения в период исследования. Ожидается, что количество основных центров воспроизводства краба, вероятно, увеличится, они будут меняться географически и, возможно, значительно удалятся друг от друга из-за обширности формирующегося ареала. В настоящее время основные скопления крабов сосредоточены преимущественно в исключительной экономической зоне РФ (ИЭЗ РФ).

Таким образом, динамика расселения краба-стригуна опилио в Баренцевом море с 2004 по 2015 г. соответствует процессам акклиматизации

и формирования новой популяции крупных ракообразных. За период исследований площадь распространения краба этого вида увеличилась в 10 раз, а численность возросла на три порядка.

Основным фактором, лимитирующим дальнейшее распространение краба-стригуна опилио в Баренцевом море, может стать придонная температура на юго-западе акватории, однако потенциал дальнейшего расселения краба остается высоким. Прогностические оценки показывают, что будущий ареал объекта может увеличиться в 2 раза по сравнению с современным за счет северо-западных районов Баренцева моря и прибрежных акваторий вблизи архипелага Шпицберген.

Возможное гидрологическое похолодание вод Баренцева моря будет способствовать дальнейшей экспансии краба-стригуна опилио в западном направлении и увеличению его численности в современных районах обитания. При потеплении придонных слоев воды экспансия краба замедлится.

3.2. СТРУКТУРА БАРЕНЦЕВОМОРСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

Размерный и половой состав. В работе использована информация о приловах баренцевоморского краба-стригуна опилио при донных траловых и ловушечных ловах, полученная в 1996-2015 гг. Регулярная информация о поимках крабов этого вида стала поступать в ПИНРО с 2004 г. с началом экосистемных съемок, охватывающих большую часть его ареала.

Ширина карапакса исследованных крабов колебалась от 7 до 166 мм. Самый крупный самец (ШК 166 мм) зарегистрирован в 2005 г. в траловом улове на глубине 200 м в координатах 70°06' с.ш. и 39°29' в.д. сотрудником ПИНРО Н.Н. Тростянским.

С 2005 г. в размерном составе крабов из траловых уловов отмечалось постепенное увеличение доли мелких (размер 10-50 мм) особей обоих полов (табл. 9), которое сопровождалось увеличением их уловов на северо-востоке и юго-востоке Баренцева моря. К 2011 г. более 83 % пойманных самцов и 91 % самок были представлены особями с ШК менее 50 мм, при этом большая часть (81 %) всех самок была незрелой. Доля непромысловых самцов (размер менее 100 мм) в 2011 г. достигла 96 %. С 2013 г. происходит значительное сокращение доли молодежи самцов (около 69 %). К 2015 г. эта доля снизилась до 55 % от численности всех самцов. Доля мелких самок уменьшалась постепенно и не столь резко. К 2015 г. количество мелких самок снизилось незначительно – до 84 %.

Таблица 9

Доля мелких особей краба-стригуна опилио в траловых уловах по данным экосистемных съемок в 2005-2015 гг., %

Год	Доля крабов с шириной карапакса 10-50 мм	
	самцы	самки
2005	3,4	10,6
2006	2,1	2,5
2007	11,8	22,8
2008	15,1	25,3
2009	29,4	35,5
2010	74,4	67,6
2011	83,2	91,6
2012	83,3	88,0
2013	68,6	87,2
2014	55,9	78,9
2015	55,0	83,9

Результаты анализа размерного состава (рис. 47) и динамики индексов запаса краба (рис. 48) в 2005-2015 гг. показывают постепенный рост численности популяции краба-стригуна опилио за счет молоди.

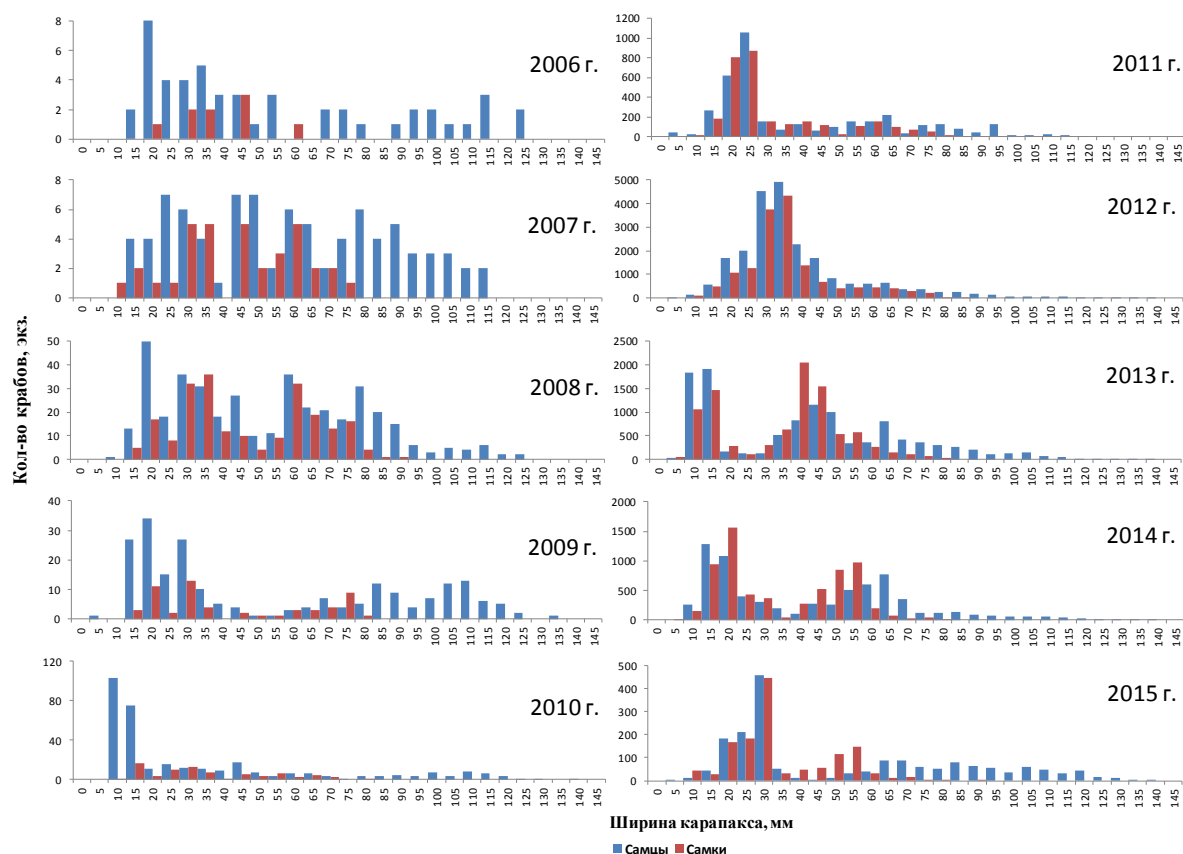


Рис. 47. Размерный состав краба-стригуна опилио в Баренцевом море из уловов, полученных в ходе экосистемных съемок 2006-2015 гг.

Расчет индексов для оценки состояния промыслового запаса проводился по следующим категориям: промысловые самцы (с ШК, равной и более 100 мм), пререкруты I (неполовозрелые самцы с ШК 86-99 мм), пререкруты II (неполовозрелые самцы с ШК 70-85 мм) и молодь (неполовозрелые самцы с ШК менее 70 мм).

Анализ размерного состава самцов краба-стригуна опилио по данным траловых уловов позволяет регистрировать их постепенный рост, выражаемый смещением модальных размеров от года к году в большую сторону (см. рис. 47). Особенно ярко рост пополнения наблюдается с 2010 г., когда относительная численность взрослых (модальный размер 90-119 мм) самцов значительно сократилась, тогда как заметно увеличилась численность молоди с ШК 10-19 мм (возраст 1-2 года). В 2011 г. преобладающая размерная группа самцов в возрасте 3-4 года была представлена особями с ШК 20-29 мм. В 2015 г. пополнение 2010 г. достигло размеров 60-70 мм.

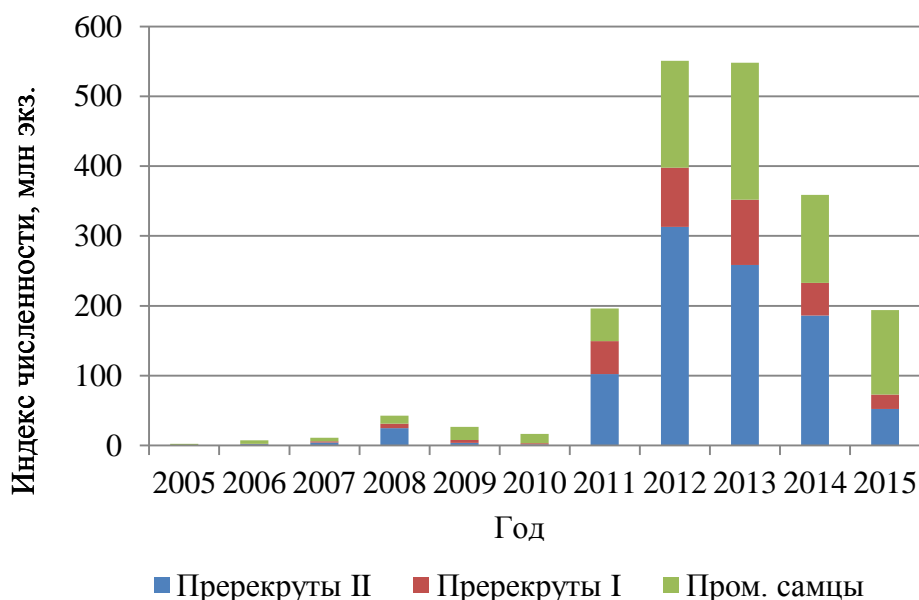


Рис. 48. Динамика индексов численности самцов краба краба-стригуна опилио в ИЭЗ РФ Баренцевом море в экосистемных съемках в 2005-2015 гг.

В межгодовой динамике размерного состава самок краба-стригуна опилио такие тенденции также проявляются, но они выражены слабее.

С увеличением количества молоди крабов зарегистрирован рост относительного количества незрелых самок: в 2012 г. на их долю приходилось 41 % самок, в 2013 г. – 54 %, 2014 г. – 55 % и 2015 г. – 49 %.

Доля впервые нерестящихся особей в этот период была не постоянной и составляла в 2012 г. более 39 %, 2013 г. – 64 %, 2014 г. – 28 % и минимальной в 2015 г. – около 6 %.

Среди самок, проанализированных с 1996 по 2008 г., 94 % особей было поймано в районе Гусиной банки, что позволяет рассматривать эту акваторию как потенциальный центр воспроизводства *C. opilio* в Баренцевом море. В 2013-2015 гг. плотные скопления самок наблюдаются в восточной и северо-восточной частях Баренцева моря (рис. 49).

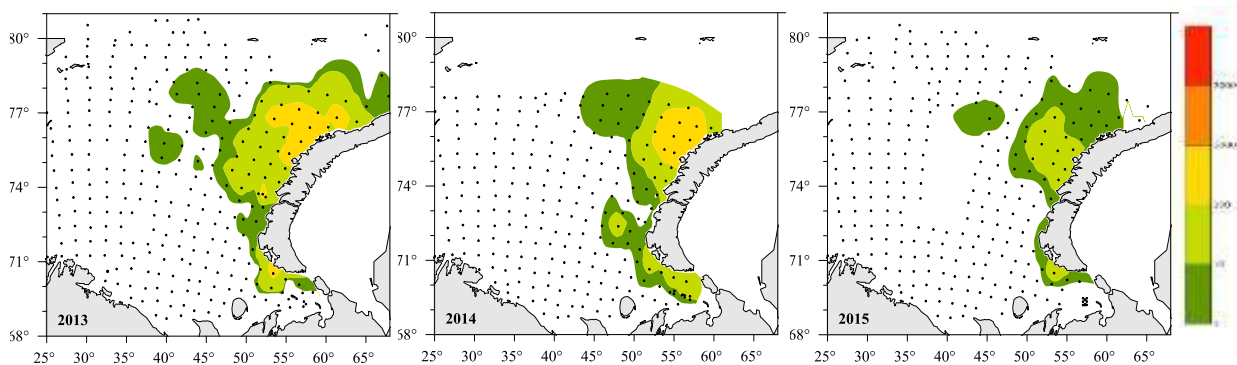


Рис. 49. Распределение самок краба-стригуна опилио с наружной икрой в Баренцевом море по данным экосистемных съемок 2013-2015 гг.

В течение всего периода исследований соотношение полов баренцево-морского краба-стригуна опилио характеризовалось значительным количественным преобладанием самцов. Так, в 2004 и 2005 гг. соотношение полов сохранялось на уровне 1:0,1. В 2006 г. относительная доля самок выросла вдвое, а в 2007 г. – втрое. В 2007-2009 гг. соотношение полов было относительно неизменным и все годы составляло 1:0,3. В 2010 г. произошло уменьшение доли самок и соотношение полов изменилось до 1:0,2, однако уже в 2011 г. доля самок значительно увеличилась и соотношение полов составило 1:0,8. С 2012 г. доля самок увеличивалась с 1:0,5 до 1:0,7 в 2014 и 2015 гг.

На такие изменения в пропорции самок и самцов могут оказывать влияние различные факторы, в том числе половой диморфизм краба-стригуна опилио и особенности его распределения. Половозрелые самки значительно мельче взрослых самцов, поэтому уловистость донного трала по отношению к мелким крабам ниже. У самок, как и у молоди, более выражена агрегированность распределения. Такие агрегации не всегда попадают в протраленный участок.

С появлением высокоурожайных поколений учетные уловы в основном состояли из неполовозрелых особей, у которых половой диморфизм по размерному признаку выражен не столь явно. Уловистость тралом таких самок и самцов примерно одинакова, что определило отмеченное изменение половой структуры уловов краба.

В 2010-2013 гг. краб-стригун опилио начал отмечаться в уловах, полученных в Карское море. В экосистемных съемках начиная с 2010 г. в северо-западной части Карском море (район желоба Святой Анны) в уловах единично встречалась молодь краба-стригуна опилио с ШК 20-27 мм.

С использованием параметров группового и индивидуального роста, полученных для популяций тихоокеанского региона, а также естественной смертности (0,2) в 2012 г. был спрогнозирован размерный состав баренцево-морской популяции краба-стригуна опилио в 2013-2020 гг. (рис. 50).

Модельная динамика основана на размерном составе неполовозрелых крабов 2012 г. и не учитывает пополнение, которое может появиться позже. При таком ограничении даже при отсутствии пополнения с 2013 г. можно ожидать закономерное снижение численности краба младших размерных групп. Однако за счет высокой численности особей размерами 20-40 мм в 2012 г. численность особей старших размерных групп (пререкруты II, пререкруты I, промысловые самцы) в последующие годы увеличится (рис. 51).

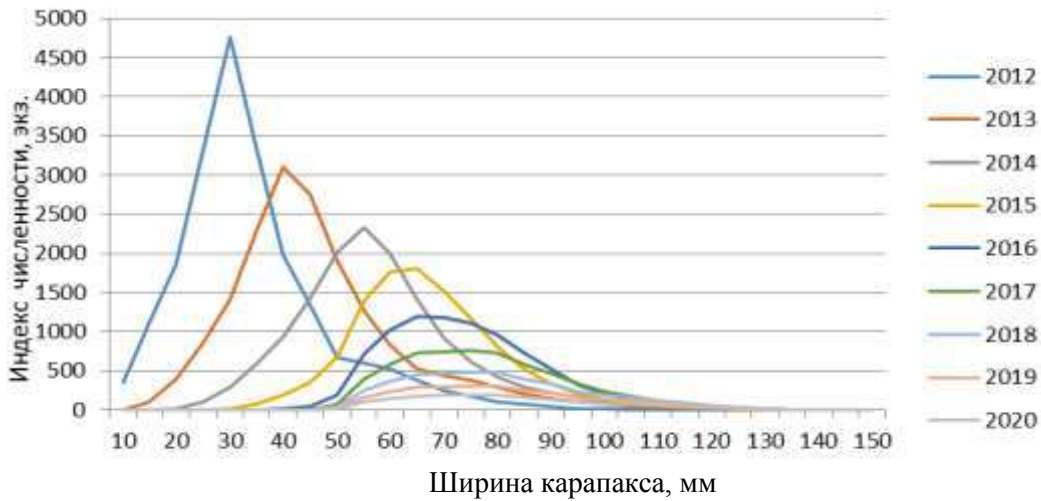


Рис. 50. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2012-2020 гг., основанный на результатах экосистемной съемки 2012 г. и моделировании с учетом параметров роста и естественной смертности

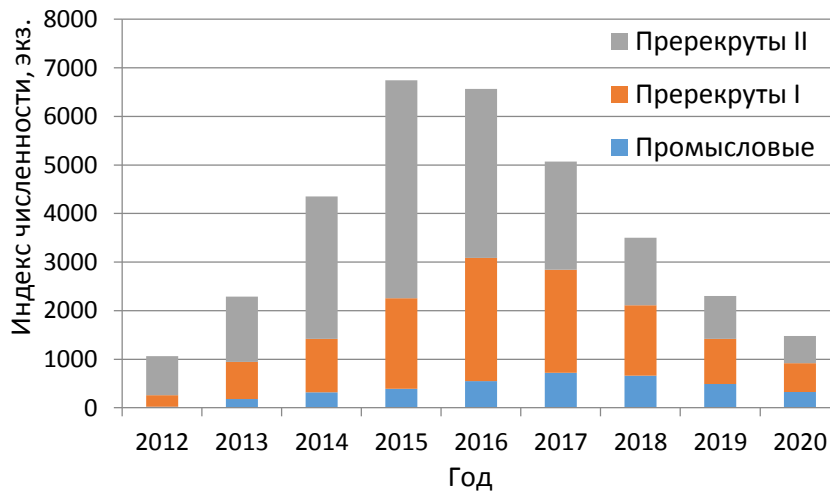


Рис. 51. Индексы численности пререкрутов II, пререкрутов I и промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2012-2020 гг. в Баренцевом море (2012 г. – фактические по съемке, 2013-2020 гг. – моделированные)

Согласно результатам моделирования, индекс численности пререкрутов II будет возрастать с 2012 до 2015 г., пререкрутов I – до 2016 г., промысловых самцов – до 2017 г. (табл. 10). Такая тенденция сохранится при появлении очередных высокоурожайных поколений. С другой стороны, увеличение промысловой численности с 2012 до 2018 г. более чем в 30 раз может негативно сказаться на популяции краба-стригуна опилио вследствие ограниченности кормовой базы этого вида в экосистеме моря. Значительный скачок численности вселенца может спровоцировать в дальнейшем резкое снижение биомассы кормового бентоса и, как следствие, увеличение естественной смертности краба. Прогнозировать такие изме-

нения состояния запаса крайне сложно в силу неопределенностей как в оценке численности интродуцента, так и в оценке его пищевых ресурсов.

Таблица 10

Индексы численности пререкрутов II, пререкрутов I и промысловых самцов краба-стригуна в 2012-2020 гг. (2012 г. – фактические по съемке, 2013-2020 гг. – моделированные)

Год	Индекс численности, тыс. экз.		
	пререкруты II	пререкруты I	промысловые самцы
2012	801	239	21
2013	1343	760	183
2014	2936	1099	318
2015	4485	1865	391
2016	3479	2534	551
2017	2232	2116	723
2018	1393	1446	663
2019	882	929	487
2020	562	592	323

Таким образом, анализ наблюдаемой и модельной динамики общей численности и размерного состава краба-стригуна опилио в Баренцевом море показал рост общей численности популяции, существенный рост промысловой численности в последние годы, многочисленность ожидаемого пополнения в 2013-2018 гг. Перечисленные тенденции свидетельствуют о хороших перспективах промысла краба-стригуна в Баренцевом море в ближайшие годы.

Размер достижения половой зрелости. Период полового созревания является важным этапом в жизненном цикле любого организма. Возраст половозрелости у крабов-стригунов наступает в широком диапазоне размеров. У самок при первом спаривании происходит «линька созревания» (Watson, 1972). Самки, став половозрелыми и отнерестившись, перестают линять, поэтому их рост прекращается. После первого нереста самки могут нереститься без участия самца 2-3 года (используя сперматофоры, ранее полученные при спаривании с несколькими самцами и хранящиеся в особом органе самок – сперматеке).

Возраст половой зрелости самок хорошо определяется по наличию впервые отложенной икры. Среди самок краба-стригуна Баренцева моря в начальный период наблюдений (1996-2008 гг.) размеры половозрелых самок с наружной икрой изменялись в достаточно узком диапазоне – от 51 до 91 мм.

В 2012 г. была поймана икроносная самка с минимальной ШК (46 мм). Наиболее широкий – от 38 до 97 мм – диапазон ШК половозрелых самок краба-стригуна опилио с наружной икрой в Баренцевом море был отмечен в 2013-2015 гг.

В северной части Охотского моря самки имели на плеоподах оранжевую икру при ШК от 48 до 98 мм (Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). Другими словами, половозрелость самок краба-стригуна опилио Баренцева моря наступает при более мелких размерах тела.

Отмечено, что половое созревание самок баренцевоморского краба-стригуна опилио начинается с 4 лет при ШК около 40 мм. Доля половозрелых самок в размерной группе 40-50 мм составляет порядка 23 % (рис. 52).

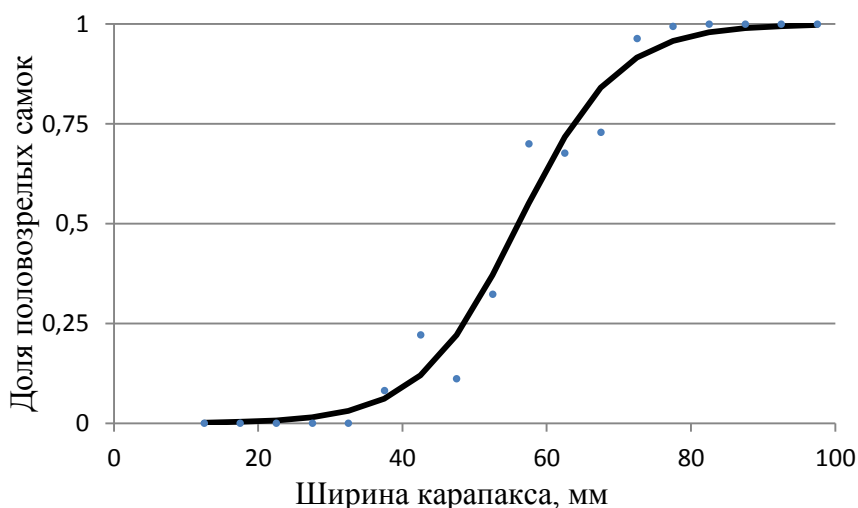


Рис. 52. Огиба половозрелости самок краба-стригуна опилио из траловых уловов в Баренцевом море в 2013 г.

В 2013 г. размер самок краба-стригуна опилио 50 %-ной зрелости по результатам анализа траловых уловов в Баренцевом море составил 56,1 мм по ШК. Этот размер соответствует возрасту 6-8 лет. Самок с ШК свыше 77 мм с 95%-ной вероятностью можно считать половозрелыми.

Ближние цифры наступления 50 %-ной зрелости самок краба-стригуна опилио известны для северной части Охотского моря. Здесь размер самок 50 %-ной зрелости составляет для Притауйского района 56,6 мм и зал. Шелихова 56,4 мм (Метелев, Карасев, 2008). В то же время в канадских водах в зал. Святого Лаврентия 50 %-ная половозрелость самок наступает при ШК 50 мм и минимальном размере половозрелости 47 мм (Watson, 1972).

В российских дальневосточных морях размер 50 %-ной половозрелости самок краба-стригуна опилио, по среднесулетним данным (1988-2001 гг.), составил для Татарского пролива 67,7 мм, зал. Анива – 54,9 мм, юго-востока Сахалина – 55,1 мм, северо-востока Сахалина – 49,0 мм. С началом интенсивной эксплуатации запасов краба-стригуна опилио размер 50 %-ной половозрелости самок снизился у западного Сахалина с 72

до 68, у юго-востока Сахалина – с 56 до 47, северо-востока Сахалина – с 51 до 47 мм (Первеева, 2005).

Стоит отметить, что по достижении физиологической половой зрелости самцы претерпевают терминальную линьку и прекращают рост, достигая морфометрической половой зрелости. Половое созревание самцов определяется по изменениям, наступившим в пропорции размера клешни и ширины карапакса (Growth, spatial distribution..., 1998).

Морфометрический анализ показал, что половое созревание самцов баренцевоморского краба-стригуна опилио начинается с 4 лет при размерах около 40 мм по ШК. Доля половозрелых самцов в размерной группе 40-50 мм по ШК составляет около 20 % (рис. 53). Половина самцов достигает половозрелости при ШК 81,6 мм. Этот размер соответствует возрасту 7-9 лет. Самцов с ШК свыше 138 мм с 95 %-ной вероятностью можно считать половозрелыми.

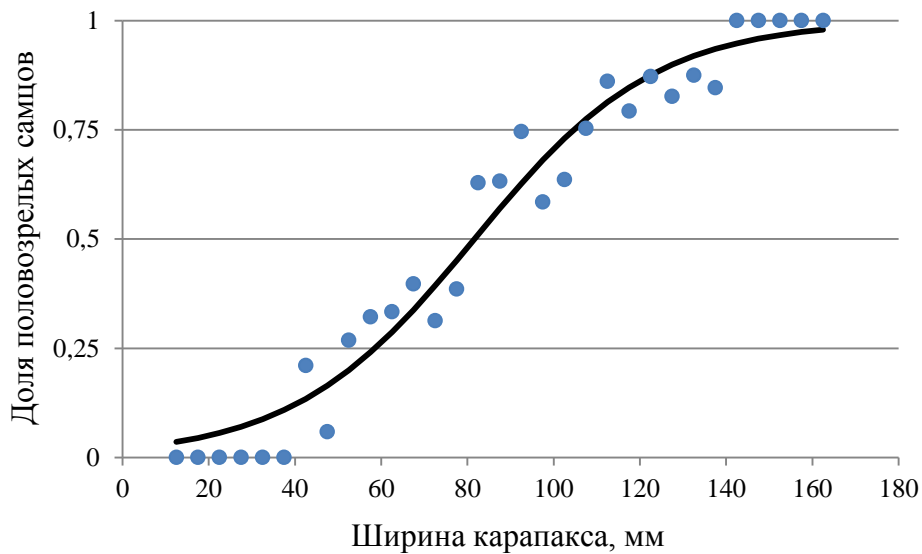


Рис. 53. Огиба половозрелости самцов краба-стригуна опилио из траловых уловов в Баренцевом море в 2013 г.

В зал. Святого Лаврентия 50 %-ная половозрелость самцов краба-стригуна опилио наступает при значительно меньшей ШК (57 мм) при минимальном размере половозрелости 51 мм (Watson, 1970).

В российских дальневосточных морях самцы этого вида достигают морфометрической зрелости в очень широком диапазоне размеров. В северной части Охотского моря зрелые крабы этого вида имели размеры от 41 до 166 мм, а морфометрически не зрелые – до 128 мм (Карасев, 2009). В Баренцевом море самый крупный морфометрически зрелый самец имел ШК 166 мм (Павлов, 2006).

Размер 50 %-ной «морфометрической» половозрелости самцов сходен для особей из зал. Анива и восточного Сахалина (86 и 83 мм), для самцов западного Сахалина он существенно больше и составляет 92 мм (Первеева, 2005). Эти показатели достаточно близки нашим данным, полученным для баренцевоморского краба-стригуна опилио.

Линочные процессы. Линька – циклическое явление. Краб-стригун опилио, чтобы вырасти, теряет старый карапакс и заменяет его новым, большего размера. Состояние линочных процессов играет особую роль в жизнедеятельности крабов.

По лабораторным данным и морским исследованиям Б. Сант-Мари с соавторами (Sainte-Marie, Raymond, Brethes, 1995) определила, что при переходе к донному образу жизни личинка в стадии мегалопа линяет и превращается в малька, его размер в этот период составляет около 3,2 мм. Половые отличия у крабов возникают при ШК более 6 мм. Ученые установили, что до достижения ШК 20 мм и возраста 28 мес. после перехода к донному образу жизни краб линяет каждые полгода, затем межлиночный период увеличивается до года. Крабы-стригуны опилио в водах вблизи восточной Канады, имеющие ШК 30 мм, линяют каждый год между апрелем и июнем до достижения предельной линьки, которая отмечает наступление зрелости у обоих полов (Conan, Comeau, 1986; Sainte-Marie, Hazel, 1992). Молодые самцы могут линять ежегодно, пропускать линьку или достигать предельной линьки в начале морфометрического дифференцирования их клешни в зависимости от относительного изобилия зрелых самцов (Growth, spatial distribution..., 1998). После линьки половозрелые самцы начинают питаться, но спаривания с самками в этот период не происходит, так как половая система вырабатывает минимальное количество сперматофоров – в десятки раз меньше, чем после отвердения карапакса (Watson, 1970). По данным Б. Сант-Мари с соавторами (Sainte-Marie, Raymond, Brethes, 1995), самцы достигают ШК 97 мм в возрасте 9 лет.

Для изучения линочных процессов баренцевоморского краба-стригуна опилио использовались материалы совместной российско-норвежской экосистемной съемки, проходящей с августа по сентябрь. Уловы крабов в 2004-2005 гг. были небольшими, поэтому анализу подверглись лишь уловы 2006 г. и последующих лет. Информация о межлиночных категориях крабов была получена в основном из восточной и северо-восточной частей Баренцева моря.

Анализ межлиночных категорий баренцевоморского краба-стригуна указал на преобладание у самцов и самок 2-й категории в 2010 г. (79,6 и 74,3 %) и 2011 г. (80,7 и 74,3 %) (табл. 11). Вероятно, эти крабы перелиняли весной. Наличие достаточно большого количества крабов с карапаксом 2-й межлиночной категории говорит о недавно завершившейся массовой

линьке. Время перехода между 1-й и 2-й категориями составляет около полугода. Очень редко встречались крабы в 1-й и 4-й категориях.

На шельфе восточного Сахалина и в заливе Анива массовая линька самцов краба-стригуна опилио проходит в марте-апреле, когда доля особей с мягким панцирем достигает 90 % уловов. Особи различных размерно-возрастных групп линяют не одновременно. В осенний период особи старших возрастов встречаются как с прочным, так и с «бумажным» панцирем. При неблагоприятных гидрологических условиях линька может затягиваться до лета (Первеева, 1993). Можно предположить, что в Баренцевом море, как и в других районах обитания краба-стригуна опилио, при воздействии близких абиотических факторов темпы роста и линочные циклы схожи с таковыми в других частях его ареала.

Таблица 11

Межлиночные категории краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2006-2015 гг., %

Дата	Пол	Кол-во особей в межлиночной категории					
		1	2	3-	3	3+	4
06-08.2006	Самцы	-	3,1	34,1	57,2	5,6	0,2
	Самки	-	4,3	54,0	24,3	16,5	0,9
08-10.2007	Самцы	-	1,5	59,4	22,3	6,0	0,8
	Самки	0,8	15,8	70,0	9,2	4,2	-
09-10.2008	Самцы	-	9,4	78,6	10,3	1,3	0,4
	Самки	-	21,7	60,8	12,1	5,4	-
08-09.2009	Самцы	0,5	34,8	56,7	7,1	0,9	-
	Самки	-	40,0	58,3	1,7	-	-
08-09.2010	Самцы	1,9	79,6	13,6	3,6	1,3	-
	Самки	2,7	74,3	18,9	2,7	1,4	-
08-09.2011	Самцы	1,3	80,7	9,2	2,6	6,2	0,1
	Самки	0,8	74,3	11,7	8,4	4,2	0,6
08-09.2012	Самцы	0,5	20,3	38,2	15,3	25,3	0,4
	Самки	1,0	32,7	28,6	7,7	29,3	0,7
08-10.2013	Самцы	-	41,8	46,0	8,7	3,4	0,1
	Самки	-	54,8	30,8	5,0	9,0	0,4
08-09.2014	Самцы	-	47,2	25,0	18,2	3,1	6,5
	Самки	-	54,3	13,2	16,3	12,2	4,0
08-10.2015	Самцы	1,0	39,9	13,4	37,8	7,1	0,8
	Самки	-	47,2	12,6	29,5	10,7	-

Травматизм. Важным показателем состояния популяции крабов является степень их травматизма. Уровень травматизма в сформированных популяциях определяется степенью внутривидовой и межвидовой конкуренции, а также прессом промысла.

Баренцевоморская популяция краба-стригуна опилио в настоящее время находится на начальной стадии воздействия промысла и уровень ее

травматизма в первую очередь свидетельствует об уровне комфортности для вида в новом для него ареале.

Данные о травматизме крабов получены из приловов краба на донном траловом промысле рыб донных видов при проведении экосистемных съемок 2004-2015 гг. Также использованы данные об уловах краба-стригуна опилио, полученные при проведении съемок рыб донных видов в 2000-2015 гг.

В 1996-2008 гг. количество травмированных (отсутствие 1 и более конечностей) самцов в уловах составило 33 %, самок – 27 %. У самцов и самок отмечено значительное количество старых травм (21 и 13 % соответственно). Численность крабов на стадии регенерации конечностей была существенно меньше, чем крабов с их потерей. В 1996-2006 гг. 2 % самок и 1 % самцов имели регенерированные конечности. Среди самцов наибольшее количество травм на стадии восстановления имели особи с ШК 101-120 мм.

В 2008 г. было отмечено снижение уровня травматизма по отношению к предыдущим годам. Доля травмированных самцов составила 21 %, самок – 10 % (табл. 12).

Таблица 12

Уровень травматизма краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2008 г., %

Пол	Кол-во отсутствующих конечностей				
	1	2	3	4	5
Самцы	16,3	3,6	1,0	0,2	0,3
Самки	7,8	1,0	1,0	-	-

В траловых уловах 2010 г. доля травмированных самцов и самок еще более уменьшилась, составив 17 и 15 % соответственно, причем новые травмы, полученные в результате внешнего воздействия (предположительно трала и его оснастки), составили у самцов 13 %, у самок – 12 %.

Из всех проанализированных в 2013 г. крабов около 26 % имели травмы. Среди травмированных особей преобладали крабы с одной старой травмой, только 2 % особей были травмированы в последней промысловой операции.

Степень травматизма была менее выражена в юго-восточной части моря (менее 20 %).

Доля крабов с признаками регенерации конечностей была ничтожна (0,1 %). Из старых травм преобладали потеря одной и двух конечностей (15 и 3 % соответственно).

В 2012-2015 гг. было отмечено постепенное уменьшение количества крабов обоих полов без травм и увеличение количества особей с отсут-

ствующими конечностями. Особенно отчетливо это выразилось для самцов размерами менее 90 мм. Их травмированность в 2012 г. составила 14 %, в 2013 г. увеличилась до 18 %, в 2014 г. – 25 % и в 2015 г. достигла уровня 52 %.

На травматизм краба-стригуна опилио в Баренцевом море, по-видимому, влияет комплекс факторов. Значительная часть крабов была поймана в районах интенсивного донного тралового промысла. Дополнительно к этому хищные донные рыбы – объекты траловой добычи – могут наносить травмы недавно перелинявшим крабам. Немалое воздействие на травматизм краба-стригуна опилио оказывает также внутривидовая конкуренция между самцами крабов.

В наших сборах доля самцов с потерей четырех и пяти конечностей была незначительна, особи без шести конечностей отсутствовали. Вероятно, крабы с отсутствием четырех и более конечностей погибают.

Травмы крабам могут наносить крупные хищные рыбы. Крабы-стригуны опилио являются обычными объектами питания трески, палтуса, камбал, бычков и скатов (Галкин, 1985; Robichaud, Elnor, Bailey, 1991).

Увеличению доли травм также способствует каннибализм, свойственный крабу-стригуну опилио. В северной части зал. Святого Лаврентия крабы ранней бентальной стадии поедаются более крупными особями (Lovrich, Sainte-Marie, 1997).

У всех видов промысловых крабов в процессе жизнедеятельности отмечается потеря конечностей в большей или меньшей степени. По наблюдениям Б.Г. Иванова (1997), у стригунов, в частности у *S. opilio*, потери ходильных ног происходят чаще, чем у крабов-литодид.

Установлено, что у краба-стригуна в Охотском море после утери конечности полное восстановление симметрии тела происходит через 4 линьки. По данным 2001 г., особи с утратой одной, двух и более ног составляли 32 % (Селин, 2003).

Плодовитость. Для определения плодовитости баренцевоморского краба-стригуна опилио использованы материалы, собранные в траловых учетных съемках 2003, 2005-2007 и 2010-2012 гг. Пробы икры на плодовитость отбирали в основном в восточной части Баренцева моря (рис. 54).

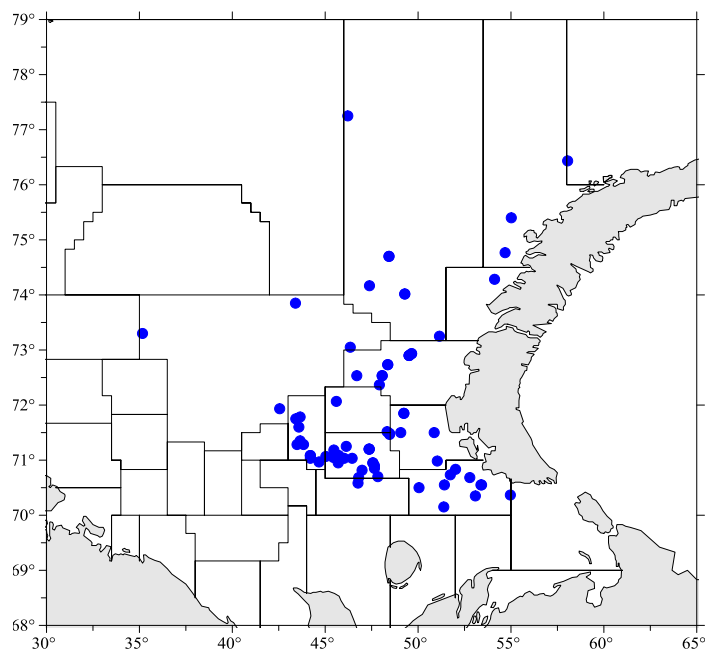


Рис. 54. Места отбора проб на плодовитость краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2003-2012 гг.

У самок штангенциркулем с точностью до 1 мм измеряли ШК. Общая масса тела с яйцами взвешивалась с точностью до 2 г. Ширина абдомена измерялась в самой широкой его части (5-й абдоминальный сегмент) с точностью до 0,1 мм. Затем кладку яиц вместе с плеоподами отделяли от тела самки и фиксировали в 4 %-ном растворе формальдегида. В камеральных условиях яйца отделяли от плеопод и после подсушивания фильтровальной бумагой взвешивали на электронных весах с точностью до 0,001 г. Яйца просчитывали в трех навесках по 200 мг и в соответствии с массой кладки оценивали индивидуальную плодовитость. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) определялась как число зрелых икринок, выметываемых одной самкой за один нерестовый сезон, по соотношению массы кладки и средней массы одной икринки.

Для сравнения плодовитости разных особей, различающихся по размерам и массе, использовали показатель индивидуальной относительной плодовитости (ИОП), под которым понимали число зрелых икринок, выметываемых одной самкой популяции за один нерестовый сезон в пересчете на 1 г массы краба без учета массы икры.

Средний размер яйца в кладке рассчитывали после измерения индивидуального размера 10 яиц окуляр-микрометром (вдоль большой оси (длина) и поперек оси (ширина)).

ИАП определена у самок краба-стригуна опилио с наружной икрой, имеющих ШК 51-91 мм. Все особи были пойманы на глубинах 90-365 м.

Размерные классы самок выбирались с интервалом 5 мм.

Икра в кладках в основном находилась на I (оранжевый и светло-оранжевый цвет) и II («глазок», бурый цвет) стадиях развития.

ИАП самок краба-стригуна опилио в Баренцевом море зависит от их размеров и изменяется в широких пределах – от 38 до 136 тыс. икринок. Количество наружной икры у крупных самок, как правило, выше, чем у мелких.

В популяции краба-стригуна опилио средняя популяционная плодовитость зависит от доли впервые нерестящихся самок, имеющих меньшую плодовитость, и повторнонерестящихся самок, плодовитость которых может быть выше плодовитости впервые созревающих самок до 30% (Первеева, 1996; Somerton, Meyers, 1983).

Все проанализированные самки баренцевоморского краба-стригуна опилио с икрой на стадии развития I были повторнонерестящимися. Они имели карапакс 3-й и 3-й поздней межлиночных категорий. Масса икринок, независимо от размера самок, варьировала в пределах 0,130-0,215 мг при среднем значении 0,160 ($\pm 0,017$) мг.

Самки крабов с икрой на стадии «глазка» отмечались в уловах в феврале, июле и августе. Наибольшее их количество было поймано в ноябре и декабре.

ИАП самок краба-стригуна опилио зависит от их размеров и изменяется в широких пределах – от 23 (особь с ШК 54 мм) до 136 тыс. икринок (особь с ШК 81 мм). Плодовитость крупных самок обычно была выше, чем мелких (рис. 55). Самки крабов одного размера имели значительные колебания ИАП, достигающие 66 %. Самки с ШК свыше 75 мм, как правило, имели ИАП, превышающую 70 тыс. икринок.

Зависимость ИАП от ШК описывается уравнением регрессии:

$$y = 0,3628x^{2,8406} (R^2 = 0,7522).$$

Отмечена связь ИАП краба-стригуна опилио и с размерами абдомена. При наступлении возраста половозрелости у самок крабов-стригунов при наступлении «линьки созревания» рост абдомена в ширину преобладает над ростом карапакса (Первеева, 2002; Watson, 1970). Для баренцевоморских крабов-стригунов такого преобладания нами не отмечено. Зависимость ИАП от ширины абдомена описывается уравнением регрессии:

$$y = 3,2666x^{2,5471} (R^2 = 0,7002) \text{ (рис. 56)}.$$

В районах традиционного обитания краба-стригуна опилио многие исследователи проводили оценку зависимости плодовитости его самок от ШК. Сравнительные характеристики зависимости ИАП от ШК в Баренцевом море и других районах обитания краба-стригуна представлены на рис. 57. Выявленная зависимость ИАП от ШК для баренцевоморского кра-

ба-стригуна опилио не имеет существенных различий с крабами этого вида из других районов его обитания.

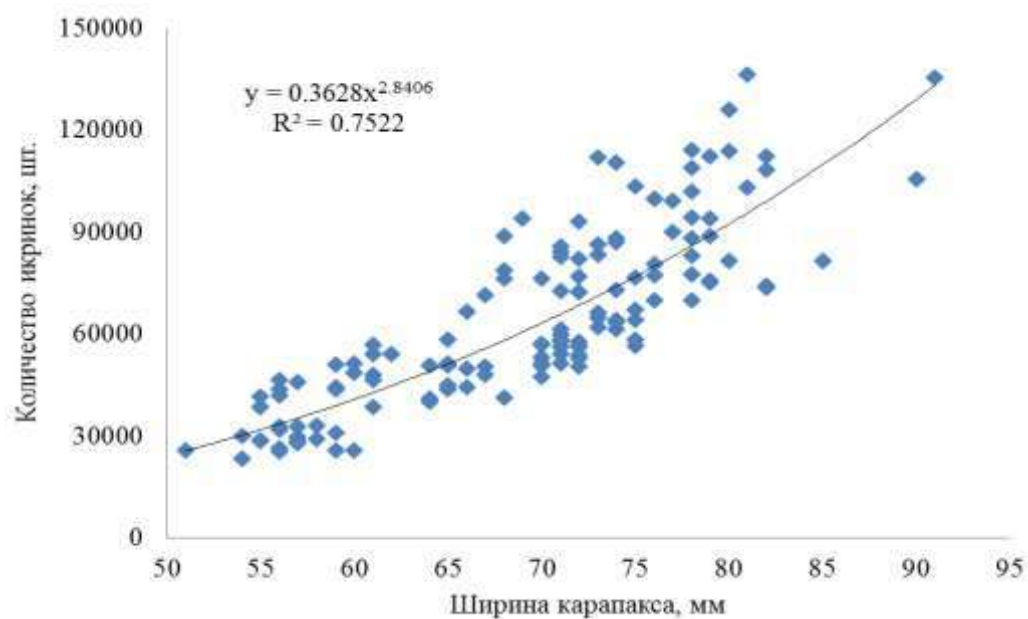


Рис. 55. Зависимость ИАП самок баренцевоморского краба-стригуна опилио от ширины карапакса в 2002-2012 гг. (n=134)

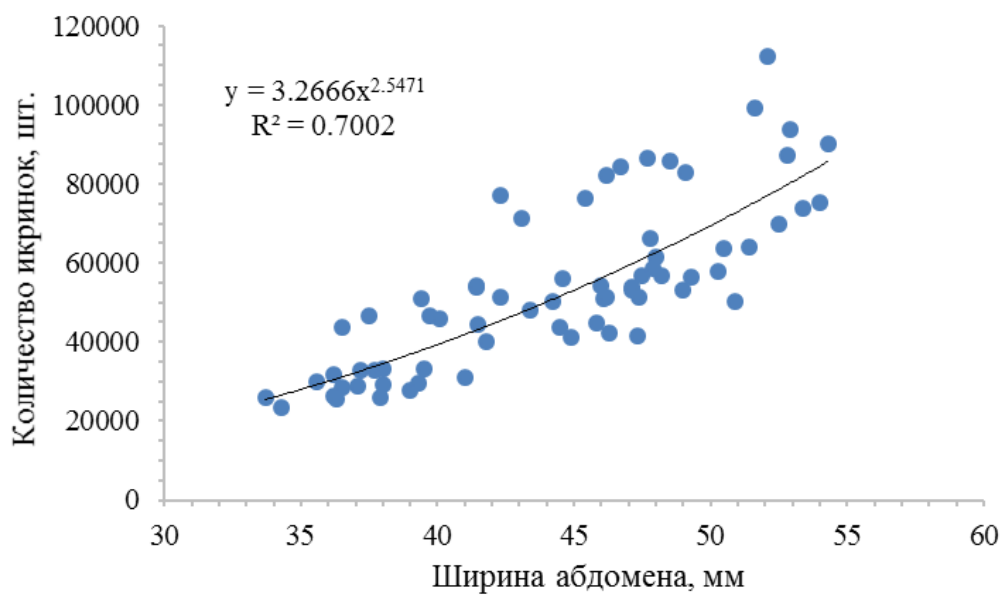


Рис. 56. Зависимость ИАП самок краба-стригуна опилио в Баренцевом море от ширины абдомена в 2002-2012 гг. (n=68)

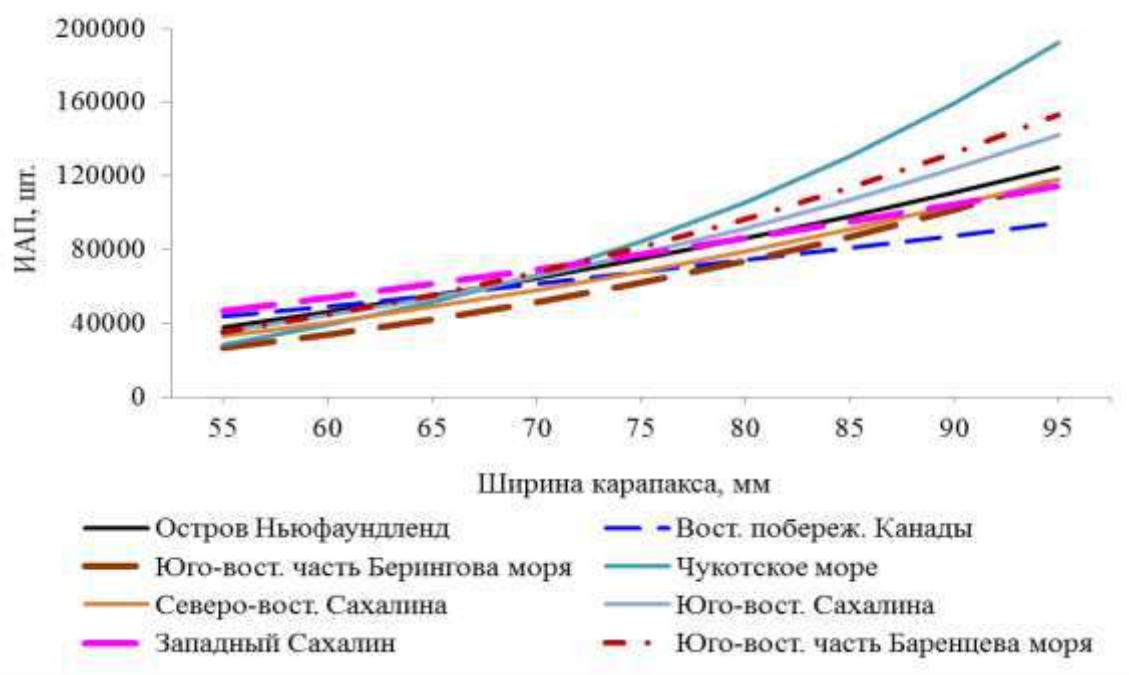


Рис. 57. Зависимость ИАП самок краба-стригуна опилио от ШК в различных районах обитания (по: Первеева, 1996). Юго-восточная часть Баренцева моря – наши данные

3.3. РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Особенности строения и функционирования репродуктивной системы краба-стригуна опилио Баренцева моря изучались гистологическими методами. Целью исследований являлось изучение особенностей гаметогенеза, полового созревания и размножения краба-стригуна в новых для него условиях обитания.

Сбор проб гонад самок и самцов краба-опилио осуществляли в 2004-2011 гг. в центральных, восточных, северо-восточных и северо-западных районах Баренцева моря (рис. 58).

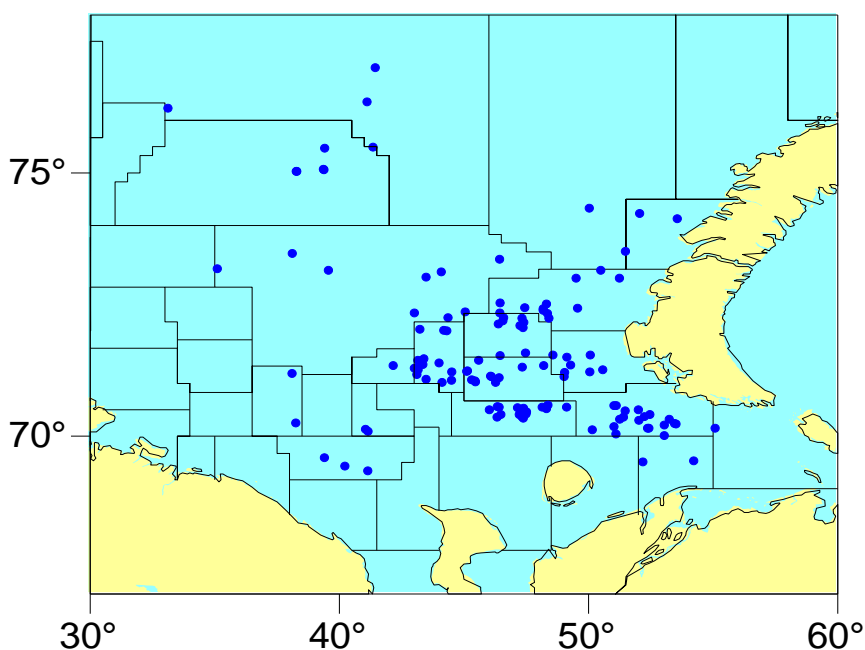


Рис. 58. Районы сбора проб гонад краба-стригуна опилио в 2004-2011 гг.

Характеристики собранного материала гонад баренцевоморского краба-стригуна опилио представлены в таб. 13. У крабов измеряли ширину карапакса (ШК), ширину абдомена (ША) по 5 сегменту, фиксировали общую массу, сохранность конечностей, наличие и цвет наружной икры, цвет гонад. Фрагменты гонад размером около 1 см³ фиксировали в жидкости Буэна, затем в камеральных условиях образцы по стандартным методикам проводили через спирты, ксилол и парафин. Срезы гонад толщиной 5-7 мкм окрашивали железным гематоксилином с докраской эозином (Роскин, Левинсон, 1957). Изучение и фотографирование препаратов при разных увеличениях (окуляр 10, объективы 10, 20, 40) проводили под микроскопом Olympus BX 41TF с видеокамерой ProgRes, изображение с которой

выводили на монитор компьютера с помощью программы анализа изображений ВидеоТест Морфология 5.0.

Таблица 13

Период взятия проб, количество и размерный состав краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2004-2011 гг.

Месяц	Самки		Самцы	
	Кол-во, экз.	ШК, мм	Кол-во, экз.	ШК, мм
Январь	1	74	18	57-116
Февраль	1	89	-	-
Март	-	-	6	70-105
Июль	4	61-79	3	63-125
Август	12	59-78	3	73-113
Сентябрь	10	55-72	-	-
Октябрь	18	41-81	34	41-134
Ноябрь	17	42-78	11	67-109
Декабрь	54	45-76	-	-
Всего	117	41-89	75	41-134

Половая система самцов баренцевоморского краба-стригуна представляет собой парный орган, состоящий из семенника, сперматофоренного участка, сперматофоротеки, секреторного и семяизвергательного участков. Семенники имеют вид тонкой и длинной трубки, компактно расположенной в передней части головогруди (рис. 59А). В семеннике происходит цикл развития половых клеток от сперматогониев до сперматозоидов.

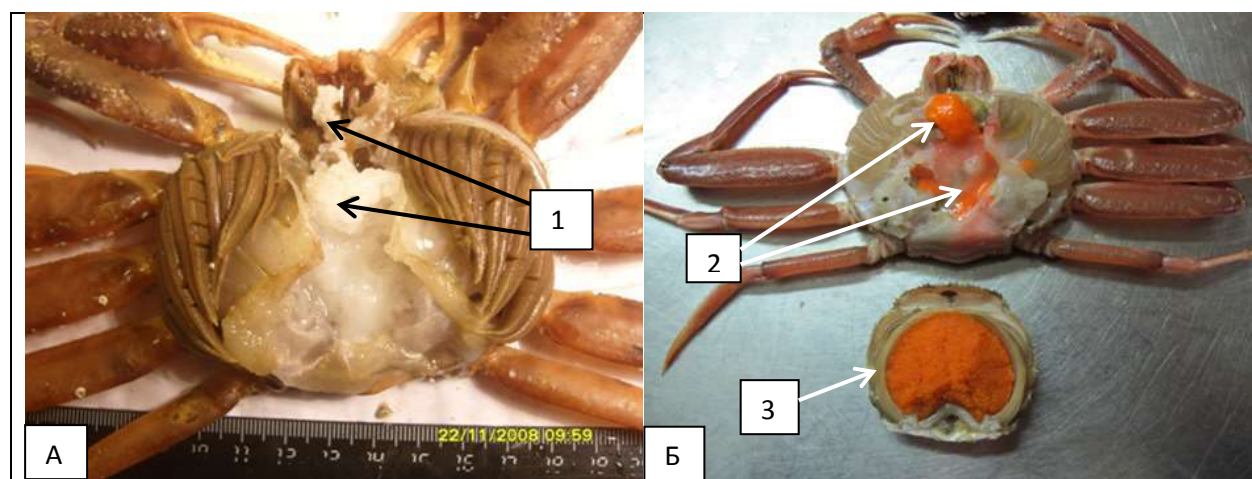


Рис. 59. Внешний вид репродуктивных органов самца (А) и самки (Б) краба-стригуна опилио баренцевоморской популяции: 1 – семенник; 2 – яичник; 3 – выводковая камера с икрой

На сперматофоренном участке сперматозоиды упаковываются в специальные образования (сперматофоры), накапливаемые в сперматофо-

ротке. В секреторном отделе вырабатывается секрет, участвующий в образовании спермы. По семяизвергательным протокам, которые открываются во внешнюю среду в основании последней пары ходильных ног, сперма выводится во время спаривания (Сапелкин, Федосеев, 1981; Федосеев, 1988).

Яичники самок краба-стригуна двусторонние, объединены общими протоками и располагаются в полости тела и абдомене (рис. 59Б). Парные короткие яйцеводы открываются на коксоподитах третьей пары ног. Оплодотворение крабов этого вида – внутреннее, у самки есть специальное образование (сперматека), предназначенное для хранения спермы. Вскоре после копуляции самки откладывают новую порцию яиц, при этом яйца проходят через сперматеку, где происходит оплодотворение. Некоторые исследователи считают, что самки краба-стригуна спариваются единственный раз в жизни и используют запас спермы для участия в 2-3 нерестах (Sainte-Marie, 1993; Fecundity and duration..., 1999). Выметанные яйцеклетки прикрепляются к плеоподам и хранятся в выводковой камере (см. рис. 59Б). Недавно отложенная икра имеет оранжевый цвет.

Особенности репродуктивной системы самцов. *Сперматогенез.* Гистофизиологическое исследование состава половых клеток в семенниках краба показало, что характер сперматогенеза краба-стригуна опилио Баренцева моря такой же, как у этого вида в дальневосточных морях. Благодаря асинхронному протеканию многочисленных циклов сперматогенеза, на поперечных срезах канальцев семенников в любое время года наблюдаются все генерации половых клеток от сперматогоний до сперматозоидов, причем клетки на срезах находятся в определенных сочетаниях: сперматогонии и сперматоциты, сперматогонии и сперматиды, сперматогонии и сперматозоиды (рис. 60). Каждая генерация половых клеток по мере развития преобразуется из одной категории клеток в другую. Упорядоченное расположение таких последовательных сочетаний половых клеток по длине семенника образует «волну сперматогенного эпителия» (Федосеев, 1988). В одном семеннике краба находятся несколько таких волн, длина которых варьирует (в среднем составляя около 10 см), уменьшаясь от дистальной части семенника к проксимальной.

Согласно исследованиям В.Я. Федосеева (1988), длительность сперматогенеза у дальневосточного краба-стригуна опилио составляет около 3 мес. Небольшая продолжительность сперматогенеза и одновременное асинхронное развитие многочисленных генераций половых клеток приводит к тому, что зрелые половые клетки образуются не в определенное время года, а постоянно. Это является важным адаптивным приспособлением, позволяющим виду переносить скачки температур и иметь широкое географическое распространение.

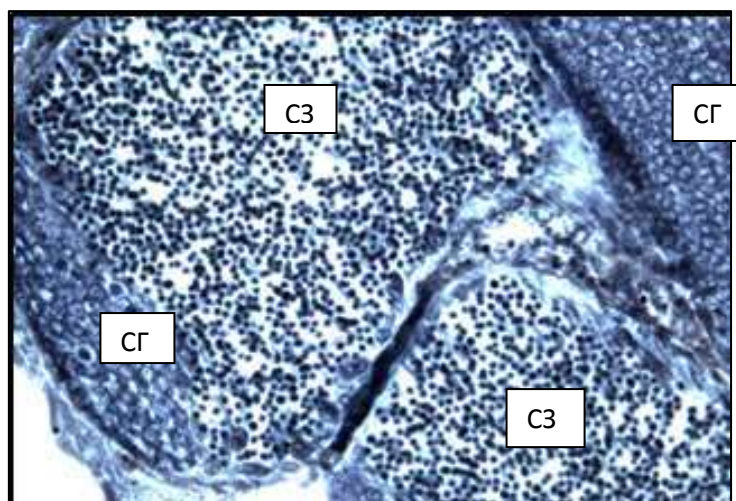


Рис. 60. Состав половых клеток на поперечном срезе семенника краба-стригуна опилио:
СГ – сперматогонии; СЗ – сперматозоиды. Ув. 10x40

Цикл развития половых клеток у краба-стригуна опилио, как и у многих других крабов, на заключительном этапе сопровождается образованием сперматофоров (СФ). Сперматофоры образуются на сперматофорогенном участке путем обволакивания сперматозоидов жидким секретом, который вырабатывается эпителиальными клетками и затем отвердевает (рис. 61А). СФ, погруженные в жидкий секрет, накапливаются в сперматофоротеке (рис. 61Б).

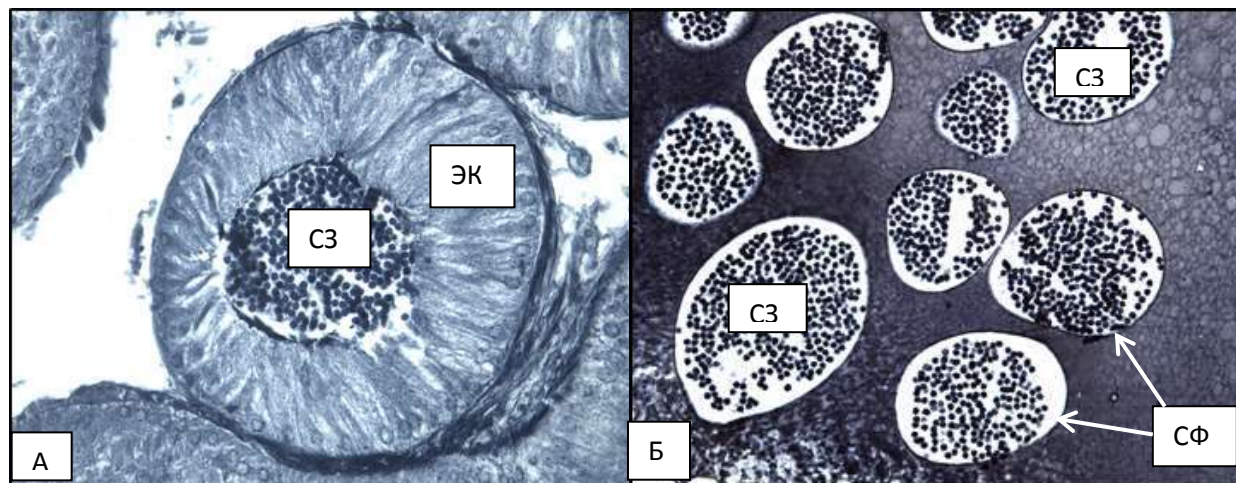


Рис. 61. Сперматофорогенный участок (А) и сперматофоротека (Б): СЗ – сперматозоиды;
ЭК – эпителиальные клетки; СФ – сперматофоры. Ув 10x40

Диаметр СФ у одной особи варьирует, как правило, от 40 до 100 мкм, у отдельных особей он может достигать 150 мкм. Известно, что крупные самцы (ШК более 100 мм) по количеству сперматофоров значительно пре-

восходят более мелких особей (Федосеев, Слизкин, 1988). Другими словами, самцы крабов большего размера обладают большей продуктивностью.

Физиологическая зрелость. Сперматофоры являются зрелыми, окончательно сформированными половыми продуктами, наличие которых указывает на физиологическую зрелость особи.

Минимальный размер (ШК) краба с СФ в пробах составил 43 мм. Все самцы с карапаксом крупнее 45 мм содержали сперматофоры, т.е. были физиологически зрелыми (рис. 62) (Filina, 2011).

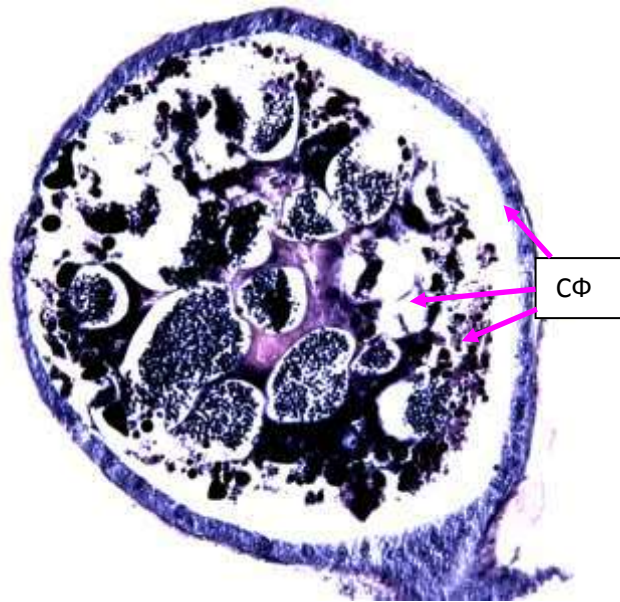


Рис. 62. Сперматофоры у краба-стригуна опилио с ШК 45 мм. Ув. 10x20

Известно, что размер, при котором наступает физиологическая зрелость, у опилио имеет значительную географическую и межгодовую изменчивость. Так, в зал. Петра Великого физиологической зрелости крабы достигают при ШК свыше 60 мм (Федосеев, 1988), у берегов Японии – при ШК 50 мм (цит. по Comeau, Conan, 1992).

Самый маленький краб опилио с СФ (ШК – 31,3 мм) был обнаружен в зал. Бонн Бей (Ньюфаундленд) в 1985 г.; 50 % самцов в этом районе имели СФ при ШК 34 мм (Comeau, Conan, 1992).

В зал. Святого Лаврентия в 1992 г. 50 % крабов достигали физиологической зрелости при ШК 39 мм (минимальный размер – 37 мм) (Sainte-Marie Raymond, Brethes, 1995). По данным Дж. Ватсона (Watson, 1970), в этом же заливе в 1968-1969 гг. 50 % самцов достигали физиологической зрелости при значительно больших размерах ШК – 57 мм (минимальный размер – 51 мм).

Наличие СФ у крабов не означает, что такая особь действительно участвует в размножении. У краба-стригуна опилио наблюдается сложное

поведение во время размножения, связанное с захватом и удержанием самцами самок до момента спаривания. Время удержания может достигать до 3 нед. В связи с этим среди самцов наблюдается большая конкуренция. Преимуществом обладают самцы с большим карапаксом и более мощной клешней (морфометрически зрелые). Однако, как показали экспериментальные исследования и наблюдения в природных условиях, в случае недостатка крупных самцов в популяции, в размножение могут вступать более мелкие особи (Ennis, Hooper, Taylor, 1988; Paul, 1992). Это позволяет в определенной степени рассматривать маломерных самцов с СФ как резерв мужской воспроизводительной части популяции. Тем не менее, участие самых мелких физиологически зрелых самцов в размножении представляется маловероятным.

Особенности репродуктивной системы самок. *Оогенез.* Развитие половых клеток самок краба-стригуна опилио происходит в яичнике и, как у всех многоклеточных животных, делится на 3 периода: оогониальных делений, роста и созревания. Период роста, в свою очередь, состоит из периодов малого (цитоплазматического) и большого (трофоплазматического) роста.

Оогонии самок краба по основным морфологическим признакам не отличаются от оогоний большинства животных. Они характеризуются очень крупным ядром и небольшим количеством цитоплазмы. Средний размер оогоний у самок баренцевоморского краба-стригуна опилио составляет 11,5 мкм. Гнезда оогоний и ооцитов цитоплазматического роста располагаются, как правило, вдоль центральной оси гонады, тогда как наиболее крупные половые клетки локализуются по периферии (рис. 63).

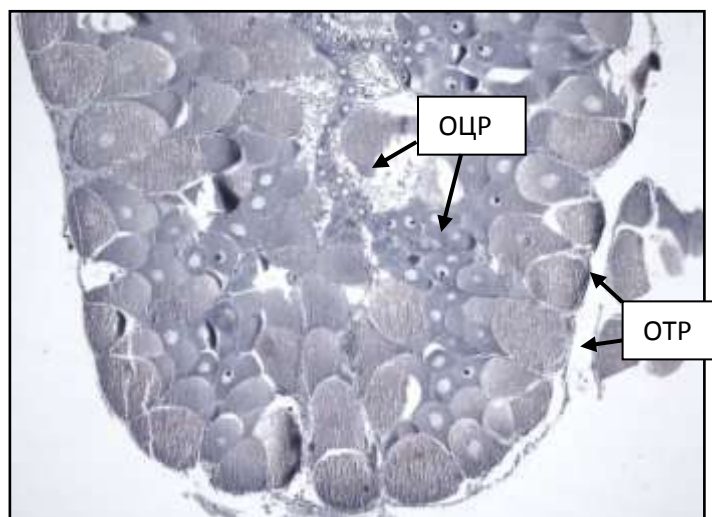


Рис. 63. Участок яичника неполовозрелой самки краба-стригуна опилио с ШК 46 мм: ОЦР – ооциты цитоплазматического роста; ОТР – ооциты трофоплазматического роста. Октябрь. Ув. 10x10

Ооциты цитоплазматического роста, как и оогонии, содержат сначала небольшое количество цитоплазмы и очень крупное ядро, расположенное в центре клетки. По мере роста ооцитов увеличивается объем цитоплазмы. В ядре появляется однородное по структуре ядрышко, хроматин, как правило, в виде рыхлых нитей. Все ооциты имеют гомогенную цитоплазму. Размер клеток цитоплазматического роста у опилио колеблется от 15 до 60 мкм.

У баренцевоморских краба-стригуна опилио и камчатского краба, наблюдается раннее начало накопления трофических веществ в цитоплазме ооцитов. Мелкозернистые гранулы, интенсивно окрашенные гематоксилином, отмечались уже в ооцитах размером 65-70 мкм. С увеличением размера ооцитов (приблизительно с 140 мкм) в цитоплазме появляются белые, оптически пустые вакуоли размером 5-7,5 мкм, содержащие нейтральные мукополисахариды. Крупные глыбки желтка размером 15-30 мкм возникают в ооцитах диаметром свыше 230-240 мкм, вступивших в фазу активного вителлогенеза. В начальный период накопления желтка гранулы желтка располагаются по периферии цитоплазмы. Затем, с ростом клетки, двигаясь к ядру, желток заполняет всю цитоплазму (рис. 64). Максимальный размер ооцитов трофоплазматического роста в пробах в декабре составил 520 мкм.

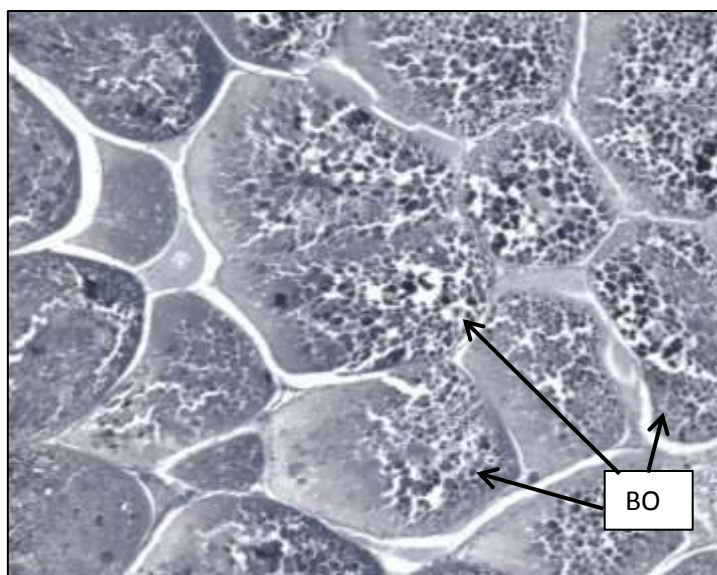


Рис. 64. Участок яичника краба-стригуна опилио в октябре:
ВО – вителлогенные ооциты. Ув. 10x10

Существует хорошая корреляция между фазой развития ооцитов и цветом гонад (табл. 14). У неполовозрелых самок с белыми гонадами наиболее крупные клетки представлены ооцитами, содержащими цитоплазматические включения в виде мелких гранул и вакуолей. Процесс

желткообразования вызывает изменение цвета гонад: они из белых становятся сначала желтыми, а потом оранжевыми. Отмеченная закономерность может быть использована для разграничения неполовозрелых и впервые созревающих самок краба опилио в полевых условиях, а также для определения степени развития гонад (Филина, Павлов, Макеенко, 2011).

Таблица 14

Зависимость между цветом гонад и фазой развития ооцитов баренцевоморского краба-стригуна опилио

Цвет гонад	Фаза развития и средний диаметр ооцитов старшей генерации
Белый	Ранние ооциты трофоплазматического роста, 220 мкм
Желтый	Начало образования желтка (ранний вителлогенез), 240 мкм
Оранжевый	Интенсивный вителлогенез, 290-500 мкм

Сезонные изменения яичников в осенне-зимний период. В пробах, собранных в августе-декабре, выявлены самки краба-стригуна опилио трех категорий зрелости: 1) неполовозрелые (без наружной икры) особи с белыми гонадами; 2) впервые созревающие (без наружной икры) самки с созревающими гонадами желтого или оранжевого цвета; 3) половозрелые (с наружной икрой) повторно созревающие самки.

Неполовозрелые самки имели карапаксы шириной 41-47 мм, узкий (19-23 мм) абдомен и белый цвет яичника. Размеры половых клеток не превышали 230 мкм. В цитоплазме ооцитов старшей генерации отмечались интенсивно окрашенные гематоксилином мелкие гранулы размером около 2,5 мкм и оптически пустые вакуоли размером 5-7,5 мкм. Также в яичнике присутствовали клетки более ранних фаз развития: оогонии и ооциты цитоплазматического роста.

У впервые созревающих самок крабов этого вида ШК варьировала от 50 до 78 мм, ША – от 24 до 41 мм. В клетках старшей генерации, составлявших основную массу яичника, в осенне-зимний период шел интенсивный процесс накопления желтка, размеры гранул которого изменялись от 15 до 25 мкм (см. рис. 64). Следующая генерация ооцитов (резервный фонд для нереста) была представлена ранними ооцитами трофоплазматического роста.

Половозрелые самки с наружной икрой имели карапаксы шириной 51-88 мм и широкий абдомен, размеры которого варьировали от 32 до 61 мм. В исследованный период в клетках старшей генерации у этих особей, как и у впервые созревающих крабов, шел процесс интенсивного вителлогенеза.

Динамика роста вителлогенных ооцитов у созревающих самок с августа по декабрь показала увеличение средних значений диаметра ооцитов старшей генерации (рис. 65) (Макеенко, Филина, 2011).

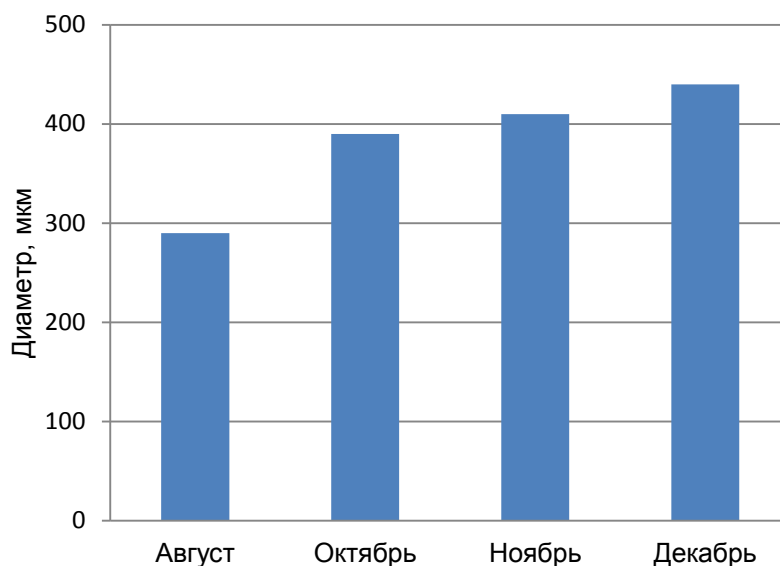


Рис. 65. Динамика средних значений диаметра ооцитов старшей генерации у самок краба-стригуна опилио в Баренцевом море

Средний размер ооцитов старшей генерации в августе составлял 290 мкм, по периферии цитоплазмы отмечались крупные глыбки желтка. В августе-октябре у повторно созревающих самок в гонаде еще сохранялись следы прошедшего нереста в виде скоплений постовуляторных фолликулов.

В октябре и ноябре происходило увеличение количества гранул желтка, клетки достигали размеров 390-410 мкм.

В декабре желточные гранулы заполняли всю цитоплазму, созревающие ооциты достигли размеров 400- 520 мкм (рис. 66). В это время в клетках отмечалась миграция ядра к будущему анимальному полюсу.

Таким образом, в осенне-зимний период в половых клетках баренцевоморского краба-стригуна опилио происходило интенсивное накопление трофических веществ, к концу этого периода ооциты заканчивали развитие.

С точки зрения правильной оценки репродуктивного потенциала баренцевоморского краба-стригуна опилио, большое значение имеет вопрос о продолжительности эмбриогенеза, от которого зависит периодичность размножения.

Процесс развития эмбриона влияет на внешний вид кладки икры ракообразных, поэтому стадия развития наружной икры определяется визуально по ее цвету и состоянию. Существует несколько различных шкал определения стадий развития наружной икры краба-стригуна опилио. Так, согласно 6-балльной шкале, предложенной Б. Сант-Мари (Sainte-Marie, 1993), принято различать стадии половозрелости самок: 1 – без икры; 2 – оранжевая икра; 3 – темно-оранжевая (бурая) икра с развивающимися

«глазками»; 4 – темно-коричневая или пурпурная икра с «глазками»; 5 – пустые оболочки от яиц; 6 – дегенерация яиц.

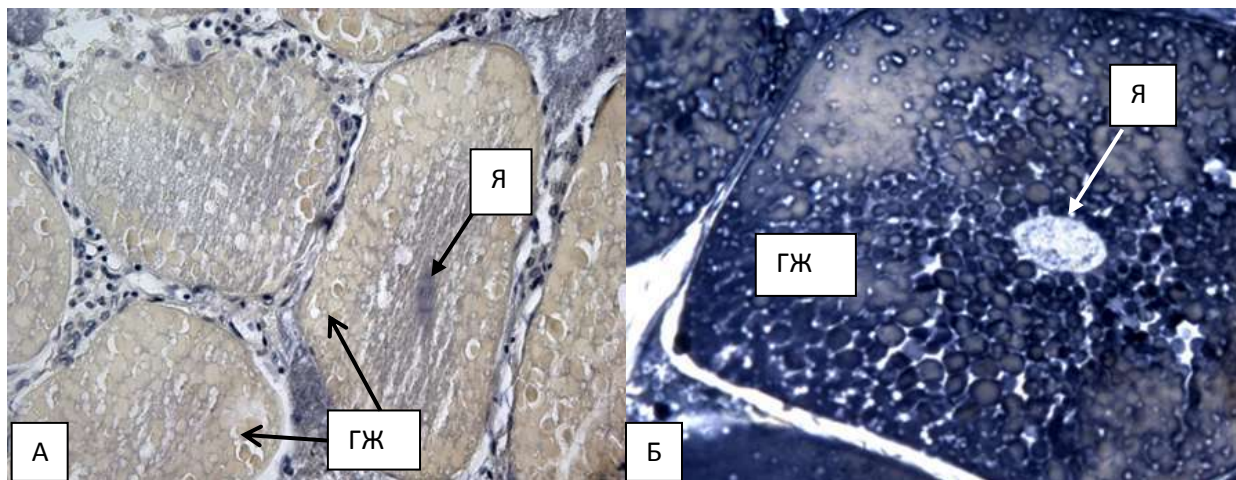


Рис. 66. Яичник краба-стригуна опилио в Баренцевом море в августе (А) и декабре (Б): ГЖ – гранулы желтка; Я – ядро. Ув. 10x40

Продолжительность эмбриогенеза краба-стригуна опилио зависит в основном от температурных условий и может варьировать от 1 до 2 лет (Карасев, 2009; Sainte-Marie, 1993; Fecundity and duration..., 1999; Mallet, Conan, Moriyasu, 1993; Moriyasu, Lanteigne, 1998). При низких температурах (от -1 до $+1$ °С) продолжительность эмбриогенеза составляет 2 года, при более высоких температурах ($3-6$ °С) эмбриогенез длится 1 год. Некоторые авторы предполагают, что в популяции, в зависимости от глубины обитания и температурных условий, могут находиться самки как с одногодичным, так и с двухгодичным циклом эмбриогенеза (Moriyasu, Lanteigne, 1998). Норвежские исследователи, основываясь на стадиях зрелости наружной икры у небольшого количества крабов, собранных в феврале 2005 и 2006 гг., сделали вывод о 2-годичном эмбриогенезе у краба-стригуна опилио в Баренцевом море (Alvsvag, Agnalt, Jørstad, 2009).

В наших пробах наружная икра самок, как правило, была оранжевого цвета. Самки с бурой икрой (с «глазком») встречались единично в ноябре, декабре и феврале (рис. 67). ШК самок с бурой икрой варьировала от 59,2 до 89 мм, ША – от 41,1 до 63,5 мм.

Ооциты старшей генерации в яичниках крабов с бурой икрой в декабре достигали 550-600 мкм и находились в фазе наполненного желтком ооцита (рис. 68). В это же время у самок с оранжевой наружной икрой максимальный размер половых клеток составлял 520 мкм и клетки достигали той же фазы развития, что и у самок с бурой наружной кладкой. Таким образом, очевидно, что развитие половых клеток в яичнике самок ба-

ренцевоморского краба-стригуна опилио к очередному нересту происходит в течение 1 года.



Рис. 67. Самки краба-стригуна опилио, собранные в декабре, с бурой и оранжевой наружной икрой

Основываясь на температурных условиях в районах распределения баренцевоморского краба-стригуна опилио и состоянии наружной икры, можно предположить, что в баренцевоморской популяции этого вида крабов, как и в популяции у побережья Канады (Moriyasu, Lanteigne, 1998), могут присутствовать самки с 1-годовалым и 2-годовалым половыми циклами.

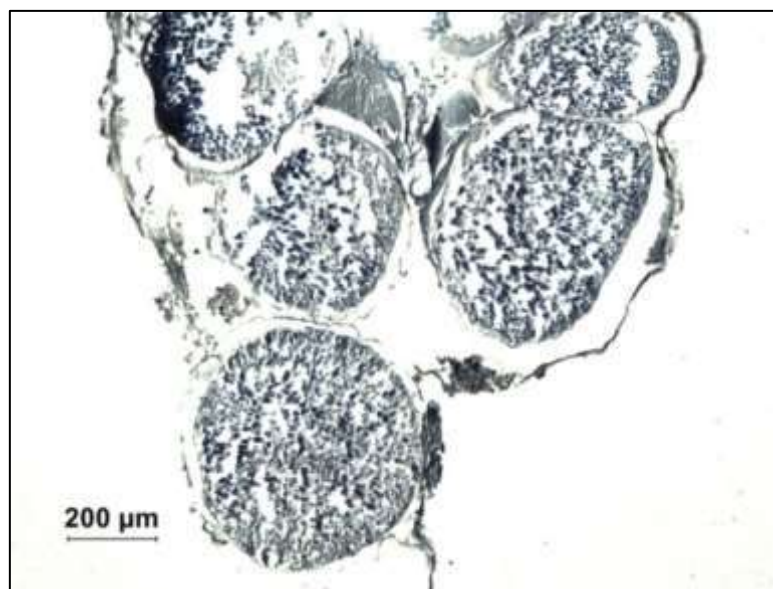


Рис. 68. Гистологический срез яичника самки краба-стригуна опилио в Баренцевом море, отмеченной в декабре (кладка яиц бурого цвета)

3.4. РАННИЙ ОНТОГЕНЕЗ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

Особенности раннего онтогенеза краба-стригуна опилио в нативном ареале. Индивидуальное развитие краба-стригуна опилио *S. opilio*, как и других Decapoda, начинается с икринки. Личинки крабов рода *Chionoecetes* последовательно проходят через постэмбриональную стадию протозоа, две стадии зоа (зоа I и зоа II) и стадию мегалопа. Стадия протозоа очень непродолжительная, длится не более нескольких часов (Kon, 1967 цит. по Слизкин, Сафронов, 2000; Kuwatani, Wakui, Nakanishi, 1971; Haynes, 1973) и, вероятно, необходима лишь для того, чтобы обеспечить личинке свободный выклев, так как на этой стадии наружные покровы личинки относительно гладкие, снижающие вероятность запутывания в плотной яичевой массе после выклева. Для стадии зоа характерно максимальное развитие ротовых придатков, а также формирование новых членистых ножек головогруды и брюшка с каждой линькой. На стадии мегалопа личинка имеет крабообразную переднюю часть тела и продолговатое сегментированное брюшко (Слизкин, Сафронов, 2000).

Самки краба-стригуна опилио откладывают икру на плеоподы и вынашивают ее от одного года до двух лет (Powles, 1968; Mallet, Conan, Moriyasu, 1993; Changes in embryonic..., 2007). За это время происходит развитие от науплиуса до стадии протозоа. Вымет личинок у краба-стригуна опилио в южной части Японского моря происходит в феврале-апреле (Ito, 1956 цит. по Kon, 1970) с пиком в марте (Kon, Adachi, Suzuki, 2003), а в его северной части (Анадырский залив Берингова моря) – в июне (Слизкин, 1982). На юго-востоке Берингова моря массовый выклев личинок наблюдается в середине апреля (Incze, Armstrong, Wencker, 1982), а в зал. Святого Лаврентия этот процесс длится с мая по июнь (Powles, 1968; Recruitment variability in..., 1996). Выклев личинок синхронизирован с началом развития фитопланктона, однако величина пополнения популяции краба не зависит от совпадения этих процессов (Conan, Comeau, Ronichaud, 1992).

Выклюнувшиеся личинки поднимаются в поверхностный слой воды и ведут пелагический образ жизни, входя в состав меропланктона. Личинки краба-стригуна опилио обладают продолжительной плавучестью (Incze, Armstrong, Wencker, 1982). В толще воды они перемещаются с помощью ротовых придатков, вооруженных длинными щетинками, и удлиненных шипов на карапаксе.

Планктонная личиночная стадия служит для расселения вида за пределы его репродуктивной зоны, способствуя расширению ареала данного вида или популяции. Крабы-стригуны опилио нерестовых миграций не совершают (Слизкин, Сафронов, 2000), поэтому их личинки на ранних ста-

дях встречаются недалеко от родительских поселений (Korn, Kornienko, 2013). Так, по данным П.В. Калчугина (2006, цит. по Щербакова, 2010), распределение зоеа I совпадает с распространением взрослых самок, однако по мере роста личинки распространяются на обширных площадях. Личинки крабов-стригунов опилио встречаются по всей акватории Японского, Охотского и Берингова морей и в тихоокеанских водах, прилегающих к Курильским, Алеутским островам и Восточной Камчатке (Takeuti, 1972 цит. по Слизкин, Сафронов, 2000; Слизкин, 1978, 1982; Родин и др., 1983 цит. по Слизкин, Сафронов, 2000).

Важные факторы расселения личинок – продолжительность пелагического периода жизни, скорость течений и динамика вод. *C. opilio* имеет наиболее длительный пелагический период по сравнению с другими видами крабов (Щербакова, 2010). Продолжительность каждой стадии зоеа составляет не менее 1 мес. В разных районах сроки развития личинок *C. opilio* варьируют в достаточно большом диапазоне (Макаров, 1966). На юго-востоке Берингова моря период развития зоеа I до линьки в зоеа II занимает 30-40 дней (Incze, Armstrong, Wencker, 1982). За время развития до стадии зоеа II личинки переносятся течениями ближе к берегу и концентрируются в зонах прибрежных круговоротов, на глубинах до 50 м (Слизкин, Сафронов, 2000).

В зал. Петра Великого зоеа краба-стригуна опилио встречаются в планктоне с середины апреля до второй половины мая, а единичные экземпляры отмечаются вплоть до июля и начала августа, в то время как первые личинки на стадии мегалопы были отмечены в начале июня (Щербакова, 2010). На юго-востоке Японского моря первые мегалопы отмечаются в конце апреля, достигая максимального количества в середине мая. В начале июня их численность снижается – в этот период личинки физиологически готовы к метаморфозу и переходу к бентической стадии (Kon, Adachi, Suzuki, 2003). На шельфе восточного Сахалина личинки стригунов встречаются в планктоне даже осенью и зимой (Первеева, 1993). В южной части Японского моря личинок находили в январе (Ogata, 1973). В зал. Святого Лаврентия личинки краба-стригуна опилио развиваются 3-5 мес. (Conan, Comeau, Ronichaud, 1992; Recruitment variability in..., 1996). Общая продолжительность личиночного развития (от стадии зоеа до стадии мегалопа) краба-стригуна опилио оценивается исследователями по-разному. Так, согласно Т. Кон (Kon, 1970), продолжительность развития личинок *C. opilio* составляет 3 мес., что совпадает с более поздней оценкой – 100 дней, по 20 дней на каждую из двух стадий зоеа и 60 дней для мегалопы (Kon, Adachi, Suzuki, 2003). Однако другие исследователи указывают более продолжительные сроки развития личинок этого вида – 7-8 (Ito, 1968 цит. по Kon,

Adachi, Suzuki, 2003) и 5-8 мес. (Fukataki, 1969 цит. по Kon, Adachi, Suzuki, 2003).

Продолжительность эмбрионального развития *Decapoda* различна и, в первую очередь, зависит от температуры воды – при низкой температуре продолжительность пелагического периода увеличивается, а темп развития личинок замедляется (Макаров, 1966; Кон, 1970; Слизкин, Сафронов, 2000; Щербакова, 2010). В аквариальных условиях общая продолжительность развития личинок *S. opilio* при средней температуре воды 11,9 °С составила 66 дней (Кон, 1970). Японские исследователи установили, что выживаемость личинок *S. opilio* на стадии зоэа II и мегалопа была наиболее высокой при температуре 5-16 °С (Effects of Temperature..., 2014). Эти исследователи отмечали, что среднее количество дней от вылупления до стадий зоэа II и мегалопа и от мегалопа до первой постличиночной стадии краба значительно меньше при более высокой температуре. Нижняя граница температурного диапазона личиночного развития составила от 2,24 до +0,63 °С и по мере развития личинки и адаптации ее к большим глубинам на поздней стадии значения температуры снижаются. Продолжительность развития личинки с момента вылупления до первой пост-личиночной стадии краба при температуре от 1 до 19,9 °С была оценена в 74,4-123,4 дня, т.е. 2,5-4,0 мес., что сходно с оценками для естественных условий их обитания (Effects of Temperature..., 2014).

Оседание личинок *S. opilio* в зал. Святого Лаврентия начинается с конца августа по октябрь включительно (Robichaud, Bailey, Elner, 1989; Conan, Comeau, Ronichaud, 1992; Lovrich, Sainte-Marie, 1995). Пелагические личинки задерживаются в местах с пониженными скоростями течения, в антициклонических круговоротах, где происходит опускание вод, а также на стыке водных масс и течений. Максимальное количество личинок опускается на дно вблизи мест рождения, пополняя в итоге родительское стадо (Слизкин, Сафронов, 2000). На юго-востоке Берингова моря оседание личинок *S. opilio* начинается в сентябре, но продолжительность этого процесса неизвестна (Incze, Armstrong, Wencker, 1982). В японских водах оседание может продолжаться до 6 мес. после появления личинок на стадии мегалопа, и в зависимости от района могут отмечаться существенные различия в длительности этой фазы (Fukataki, 1969 цит. по Distribution and abundance..., 1981). Длительное пребывание личинок краба-стригуна на стадии мегалопа также подтверждается данными анализа содержимого желудков лососевых (Fukataki, 1965) и бельдюговых (Ito, 1970 цит. по Distribution and abundance..., 1981) рыб.

Численность личинок краба-стригуна опилио может существенно варьировать в разные годы (Distribution and abundance..., 1981). Пределы колебаний численности могут достигать двух порядков (Incze, Armstrong,

Wencker, 1983 цит. по Distribution and abundance..., 1981), поэтому пополнение популяции *C. opilio* происходит нерегулярно (Somerton, 1981). Смертность личинок крабов в природе с момента вылупления из икринки до оседания на дно превышает 96 % (Слизкин, Сафронов, 2000). Высокая смертность личинок краба-стригуна опилио отмечается в результате нефтяных загрязнений, так как личинки распределяются на небольших глубинах и часто концентрируются в поверхностном слое воды (Distribution and abundance..., 1981). Это также повышает их смертность от хищничества за счет доступности для морских птиц (Schneider, Hunt, 1982).

Личинки краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях. Материалом для исследования распределения и численности личинок краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях послужили пробы зоопланктона, собранные в 3 экспедициях ПИНРО – в специализированной траловой съемке краба-стригуна в июле-августе 2009 г., экосистемной съемке в Баренцевом море в августе-октябре 2012-2015 гг., ТАС донных рыб в Баренцевом море в 2015 г., а также в съемке в Карском море в октябре 2013 г.

Для сбора проб зоопланктона использовали сеть Джели (диаметр входного отверстия 37 см, размер ячеей сита 180 мкм), сеть ИКС-80 (диаметр входного отверстия 80 см, размер ячеей сита 505 мкм) и притраловую сеть (диаметр входного отверстия 50 см, размер ячеей сита 564 мкм). С помощью сети Джели планктон облавливали вертикальным ловом в слоях 50-0 м, 100-0 м и дно-0 м. При работе сетью ИКС-80, учитывая небольшие глубины района исследований (Вайгачский район Баренцева моря), на каждой станции выполняли последовательный горизонтальный облов планктона на глубинах около 9, 17 и 26 м. С помощью притраловой сети планктон отбирали в придонном горизонте (3-5 м над дном), прикрепляя сеть к верхней подборе донного трала. Пробы планктона, собранные сетями Джели и ИКС-80, фиксировали 4 %-ным, а пробы, собранные притраловой сетью, – 10 %-ным раствором формальдегида для последующей камеральной обработки в лаборатории ПИНРО. Сбор материала выполняли по стандартным методикам, принятым в ПИНРО (Изучение экосистем рыбохозяйственных..., 2004).

Количество собранного материала представлено в табл. 15, а локализация станций отбора проб – на рис. 69.

Количество проб зоопланктона, в которых были отмечены личинки *S. opilio* на акватории Баренцева и Карского морей

Период сбора материала	Орудие лова	Общее кол-во проб планктона/пробы с личинками <i>S. opilio</i>	Район исследований
29.07-24.08.2009 г.	Сеть Джели	13/6	Баренцево море
24-25.08.2012 г.	Сеть ИКС-80	10/10	То же
05-23.09.2012 г.	Сеть Джели	88/3	-«-
20.09-20.10.2013 г.	То же	37/3	-«-
		6/2	Карское море
15-28.10.2013 г.	Притраловая сеть	4/2	Баренцево море
		18/8	Карское море
20.08-06.10.2015 г.	Сеть Джели	64/8	Баренцево море
15.10-28.12.2015 г.	Притраловая сеть	157/2	То же

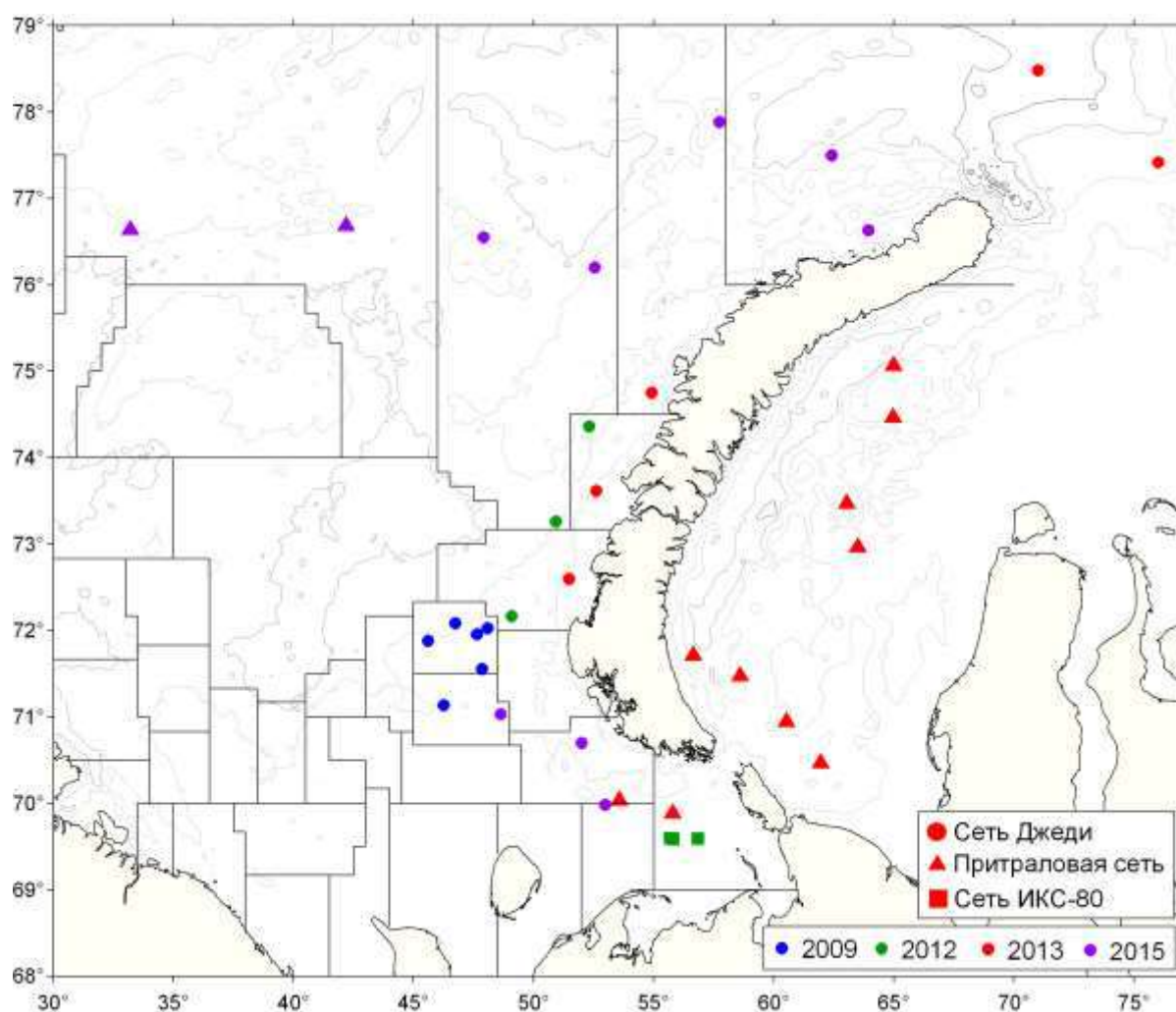


Рис. 69. Положение станций отбора проб для исследования распределения личинок *S. opilio* в Баренцевом и Карском морях в 2009-2015 гг.

При камеральной обработке материала пробы зоопланктона просматривали и выбирали всех личинок краба-стригуна опилио. При больших уловах (пробы из сети ИКС-80) пробу делили на несколько частей и последовательно просматривали в большой чашке Петри (рис. 70). Личинок крабов просматривали с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10, идентифицировали до вида, разделяли по стадиям развития и подсчитывали. В связи с использованием различных орудий лова для сравнимости полученных результатов численность личинок в пробах выражали в экз./м³. Идентификацию личинок *Decapoda* выполняли с использованием определителей Р.Р. Макарова (1966), а также Е.С. Корниенко и О.М. Корн (2010).



Рис. 70. Личинки *C. opilio* на стадии мегалопа

Для измерения длины тела отбирали неповрежденных личинок. Личинок на стадии зоэа (материалы 2009 г.) измеряли от вершины дорсального шипа до конца рострального шипа (DRL) с точностью до 0,1 мм. Личинок на стадии мегалопа (массовые сборы сетью ИКС-80 в 2012 г.) измеряли по двум параметрам – ширине карапакса (CW – максимальная ширина карапакса без шипов) и длине карапакса (CL – длина от вершины рострума до заднего края карапакса) с точностью до 0,01 мм – и взвешивали с точностью до 0,1 мг. Схема промера личинок приведена на рис. 71.

На акватории Баренцева моря личинки краба-стригуна опилио впервые были обнаружены в планктоне в 2009 г. В целом за период с 2009 по 2015 г. различными планктонными сетями было поймано 2049 личинки *C. opilio*. На стадии зоэа I находились 3 личинки, на стадии зоэа II – 16 личинок. Личинки на стадии зоэа отмечались только в июле-августе 2009 г. – зоэа I отмечались в 2 пробах, а зоэа II – в 5 пробах. Наибольшее количество (2030 экз.) личинок находилось на стадии мегалопы (табл. 16). Мега-

лопа является поздней, предшествующей метаморфозу, стадией развития личинки *C. opilio*, и эта стадия наиболее продолжительная.

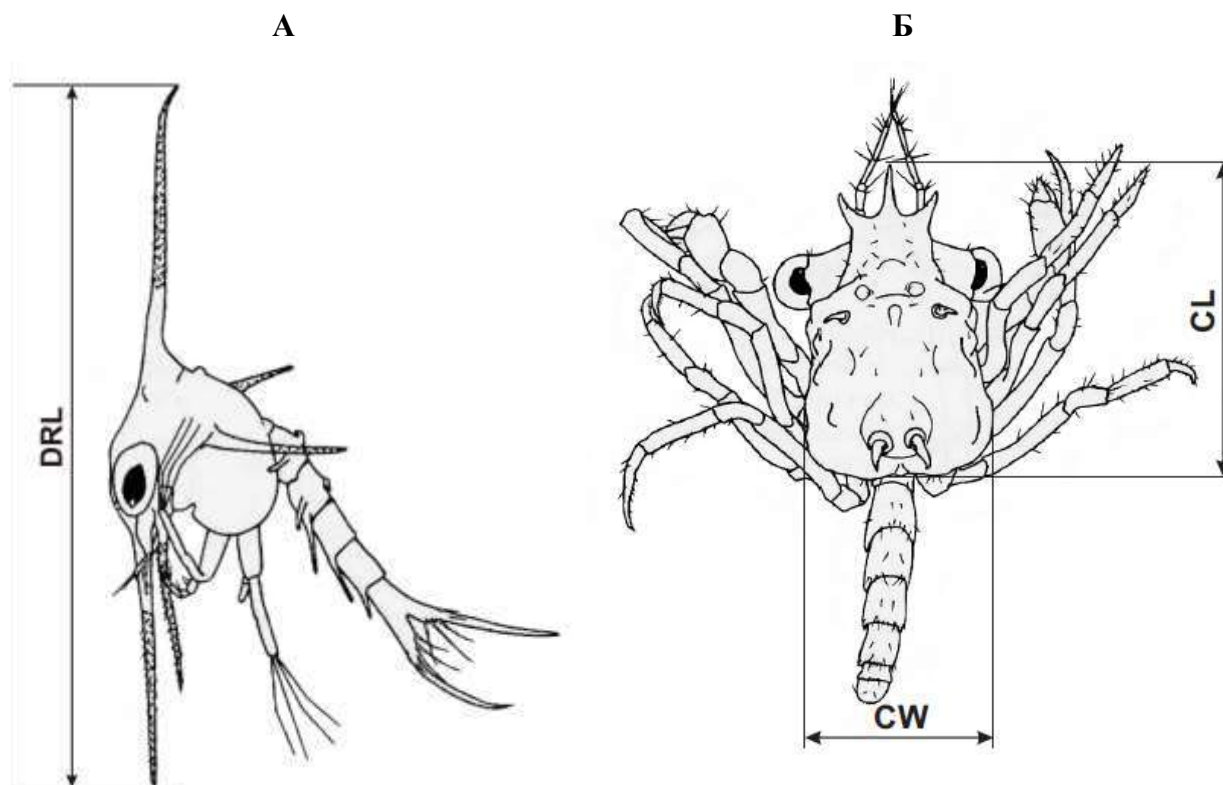


Рис. 71. Схема измерения *C. opilio* на стадии зоэа (А) и мегалопа (Б)

Таблица 16

Уловы и средняя численность личинок *C. opilio* в пробах планктона на акватории Баренцева и Карского морей в 2009-2015 гг.

Год	Орудие лова	Общее кол-во личинок <i>C. opilio</i> , экз./улов / средняя численность экз./м ³			Район исследований
		Стадия зоэа I	Стадия зоэа II	Стадия мегалопа	
2009	Сеть Джели	3/0,11	16/0,22		Баренцево море
2012	Сеть ИКС-80			1976/0,25	То же
2013	Сеть Джели			4/0,07	-«-
	То же			5/0,19	-«-
	-«-			3/0,04	Карское море
	Притраловая сеть			5/0,004	Баренцево море
2015	То же			80/0,02	Карское море
	Сеть Джели			25/0,25	Баренцево море
	Притраловая сеть			15/0,013	То же

На акватории Карского моря было поймано 83 личинки краба-стригуна опилио на стадии мегалопа (см. табл. 16).

В Баренцевом море личинки *C. opilio* на стадии зоэа I встречались только 2 августа, а зоэа II – в период с 30 июля по 2 августа 2009 г. Личинки на стадии мегалопа впервые были отмечены в 2012 г. и встречались в пробах планктона с 24 августа по 7 сентября. В 2013 г. мегалопы краба-стригуна отмечались с 8 сентября по 17 октября. В 2015 г. период, когда в планктоне встречались личинки *C. opilio* на стадии мегалопа, был наиболее продолжительным – с 31 августа до 12 ноября. В Карском море мегалопы краба-стригуна опилио встречались только в 2013 г. с 10 по 26 октября.

В 2009 и 2012 гг. личинки *C. opilio* отмечались преимущественно в юго-восточной части Баренцева моря (рис. 72). В 2013 и 2015 гг. личинки краба-стригуна опилио имели более широкое распределение в Баренцевом море, а в 2013 г. также были обнаружены на акватории Карского моря на север вплоть до 79° с.ш. (см. рис. 72).

В Баренцевом море частота встречаемости личинок краба-стригуна опилио различалась в разные годы. Так, в 2009 г. личинки на стадии зоэа I были отмечены в 15,4 % проб, а зоэа II – в 38,5 %. Высокая встречаемость личинок в 2009 г. объясняется ограниченной акваторией съемки и небольшим количеством отобранных проб (см. табл. 15). В 2012 г. в уловах сетью ИКС-80 на небольшой акватории, охваченной съемкой, встречаемость личинок на стадии мегалопа составила 100 %, а в уловах сетью Джели – только 3,4 %. В 2013 г. общая частота встречаемости мегалоп *C. opilio* по уловам сетью Джели и притральной сетью составила 19,5 %. В 2015 г. суммарная встречаемость личинок краба-стригуна опилио на стадии мегалопа по уловам сетью Джели и притральной сетью равнялась 4,5 %. В Карском море в 2013 г. по уловам сетью Джели и притральной сетью частота встречаемости личинок на стадии мегалопа была высокой и составила 41,7 %.

В Баренцевом море численность личинок *C. opilio* ранних стадий зоэа I и зоэа II в 2009 г. варьировала от 0,04 до 0,17 и от 0,03 до 0,85 экз./м³ соответственно, что в среднем составило 0,11 и 0,22 экз./м³ соответственно (см. табл. 16). Численность личинок на стадии мегалопа в разные годы изменялась от 0,001 до 1,35 экз./м³, средние значения этого параметра в различные годы и с использованием разных орудий лова составили от 0,004 до 0,25 экз./м³ (см. табл. 16). Наиболее плотные скопления личинок на стадии мегалопа отмечались в Вайгачском районе в 2012 г. (см. табл. 16). Численность личинок варьировала от 0,003 до 1,13 экз./м³, и в среднем составила 0,26 экз./м³ (см. табл. 16, рис. 72). Глубины в этом районе не превышали 42 м. В 2015 г. наиболее высокая численность личинок на стадии мегалопа (1,35 экз./м³) отмечалась на юго-востоке Баренцева моря – в Печорском районе над глубинами 76 м.

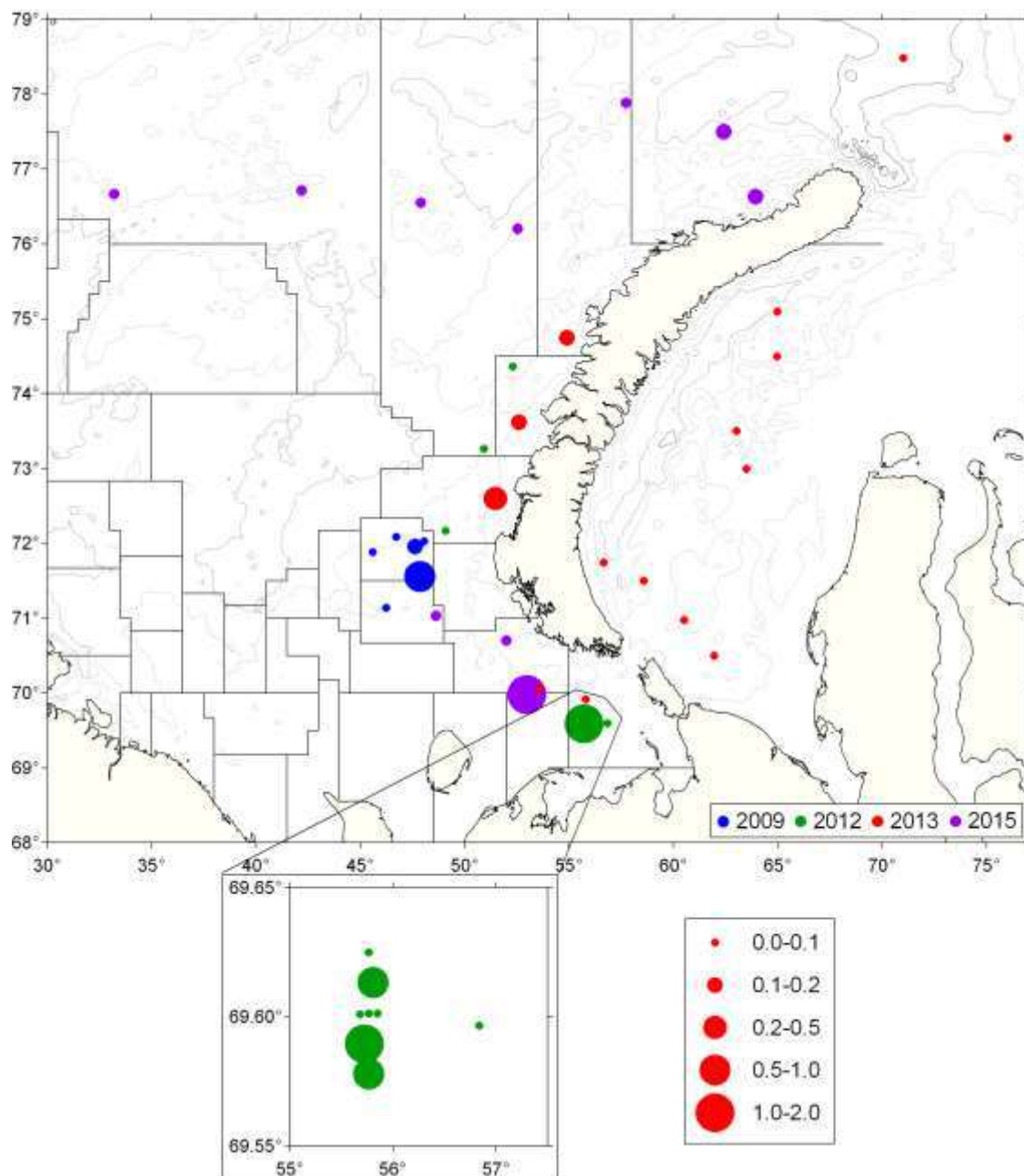


Рис. 72. Численность (экз./м³) личинок *S. orilio* в Баренцевом и Карском морях в 2009 г. (зоea) и 2012-2015 г. (мегалoпа)

По уловам сетью Джеди выявлена стабильная тенденция к увеличению численности личинок краба-стригуна опилио на стадии мегалопа в 2012-2015 гг. (рис. 73). За эти годы их средняя численность увеличилась с 0,02 до 1,35 экз./м³, что может быть следствием как увеличения запаса краба-стригуна опилио, так и расширения его ареала.

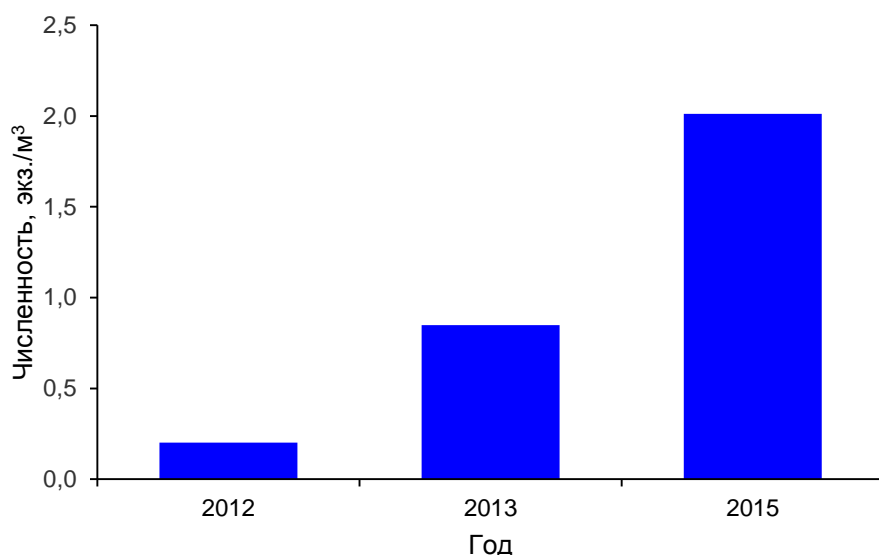


Рис. 73. Общая численность личинок *C. opilio* на стадии мегалопа по уловам сетью Джеди в 2012-2015 гг.

Анализ батиметрического распределения личинок *C. opilio* по уловам сетью Джеди показал, что численность особей на стадии зоэа с увеличением глубины снижалась ($R^2=0,82$) (рис. 74А). В то же время для личинок на стадии мегалопа эта зависимость была очень слабой ($R^2=0,33$), а их максимальные уловы отмечались в слое 50-100 м (рис. 74Б). Однако применение сети Джеди для вертикального облова зоопланктона от дна до поверхности дает представление только о его качественном и количественном составе, не позволяя оценить особенности вертикального распределения организмов. Кроме того, данный анализ основан на немногочисленной выборке (19 личинок на стадиях зоэа и 37 личинок на стадии мегалопа). Поэтому на основании имеющихся материалов можно судить только о тенденции, но для понимания особенностей вертикального распределения личинок *C. opilio* необходимо выполнить послойный отбор проб планктона замыкающейся сетью Джеди с небольшим интервалом глубин 5-10 м. В то же время по уловам притральной сетью, облавливающей зоопланктон в придонном слое, отмечалась тенденция увеличения численности личинок краба-стригуна опилю (стадия мегалопа) с увеличением глубины, однако эта зависимость была довольно слабой – $R^2=0,54$ (рис. 75). По литературным данным (Distribution and abundance..., 1981), личинки *C. opilio* демонстрируют тенденцию к распределению в верхних слоях воды и около 80 % особей встречаются в слое 0-20 м. Такое вертикальное распределение более характерно для ранних личинок на стадии зоэа, а личинки на стадии мегалопа обитают и на больших глубинах, однако и они в основном концентрируются в верхнем 40-метровом слое (Distribution and abundance..., 1981). Увеличение численности личинок краба-стригуна опилю на стадии

мегалопы по уловам притральной сетью с увеличением глубины облова может указывать на начало опускания личинок в придонный горизонт для метаморфоза в постличинку и последующего оседания на дно.

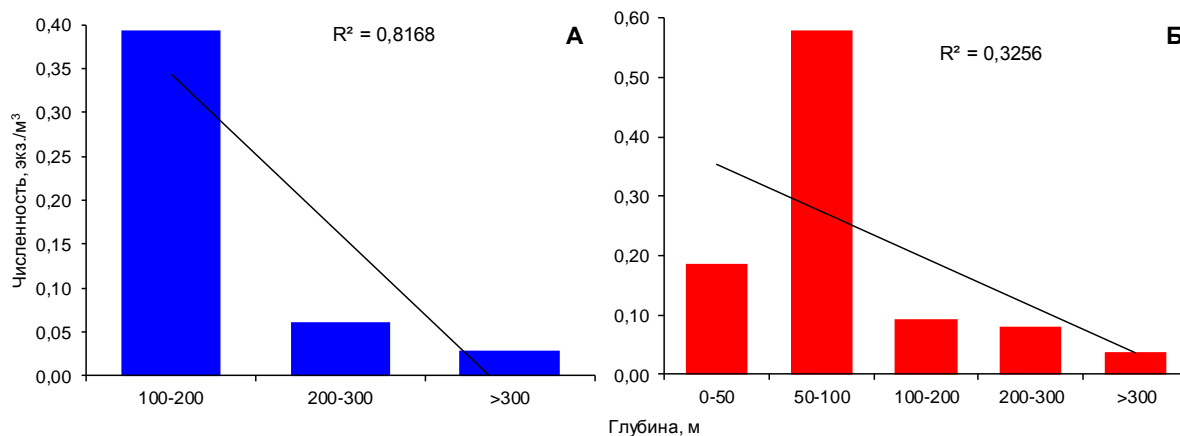


Рис. 74. Численность личинок *C. opilio* в Баренцевом море в зависимости от глубины в уловах сетью Джеди: А – стадия зоэа; Б – стадия мегалопа

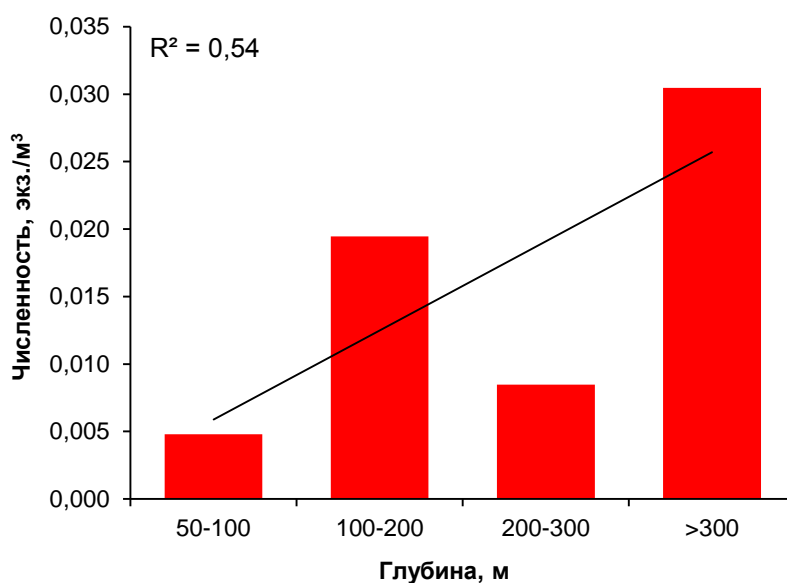


Рис. 75. Численность личинок *C. opilio* на стадии мегалопа в зависимости от глубины в уловах притральной сетью в Карском море в 2013 г.

Сравнительный анализ распределения личинок *C. opilio* в зависимости от температуры воды не выявил четкой зависимости. Наибольшее количество личинок на стадии мегалопа в среднем было отмечено при температуре от 0 до 1 °C (рис. 76).

Существенных отличий в размерах и массе личинок краба-стригуна опилио, собранных на 5 станциях в 2012 г. (см. рис. 69), не отмечено (табл. 17).

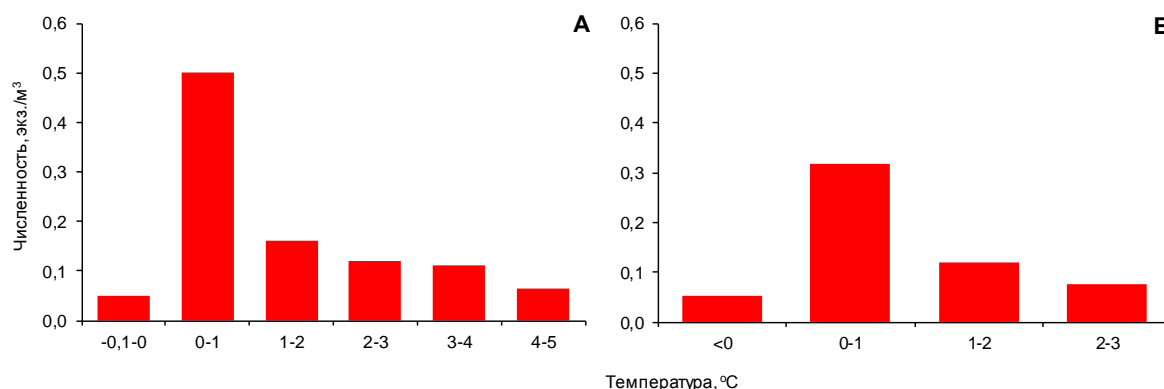


Рис. 76. Численность личинок *C. opilio* на стадии мегалопа в зависимости от температуры воды в уловах сетью Джеди в Баренцевом море в 2012-2015 гг.: А – температура на горизонте 50 м; Б – придонная температура

Таблица 17

Размеры и масса личинок *C. opilio* в 2009 г. (зоэа) и 2012 г (мегалопы)

Стадия	Количество, экз.	DRL, мм	CW, мм	CL, мм	Масса, мг
Зоэа I	2	5,28±0,11			
Зоэа I	12	5,56±1,01			
Мегалопа	195		2,30±0,17	3,71±0,15	10,20±1,04

Плотность скоплений личинок *C. opilio* в Баренцевом море в 2009-2015 гг. была значительно ниже, чем в нативном ареале этого вида. Н.В. Щербакова (2010) приводит данные о численности личинок *C. opilio* на стадии зоэа I в зал. Петра Великого в 2004-2006 гг., квалифицируя их как «низкие» (от 0,01 до 1,3 экз./м³), в то время как в мае-июне 2007-2009 гг. плотность личинок зоэа здесь достигала 32-41 экз./м³. В юго-восточной части Берингова моря в «урожайные» годы пик численности зоэа I приходится на конец апреля и превышает 10 экз./м³ (Incze, Armstrong, Wencker, 1982). По нашим данным, в Баренцевом море средняя численность зоэа I составляла всего 0,04-0,17 экз./м³, а зоэа II – 0,03-0,85 экз./м³.

По материалам Н.В. Щербаковой (2010), зоэа *C. opilio* отмечались в зал. Петра Великого с середины апреля до конца второй декады мая. В Баренцевом море немногочисленные зоэа I встречались только 2 августа 2009 г., а зоэа II – с 30 июля по 02 августа. Учитывая небольшую акваторию исследований, малочисленность пойманных личинок и сроки их поимки, можно заключить, что период раннего личиночного развития краба-

стригуна опилио в конце июля-августе 2009 г. в Баренцевом море близился к завершению. В августе-октябре 2012-2015 гг. личинки на ранних стадиях зоэа обнаружены не были, отмечались только личинки на последней стадии развития – мегалопа.

По нашим данным, наиболее ранний срок обнаружения мегалоп краба-стригуна опилио в Баренцевом море – 24 августа (2012 г.), а наиболее поздний – 12 ноября (2015 г.). Т. Кон с соавторами (Kon, Adachi, Suzuki, 2003) оценили продолжительность личиночного развития личинок *C. opilio* в Японском море как 20 дней на каждую из стадий зоэа и 40 дней для мегалопа. Основываясь на этих сроках развития, можно рассчитать примерный срок выклева личинок в Баренцевом море. Так как зоэа краба-стригуна опилио были обнаружены здесь в конце июля-начале августа (2009 г.), то их выклев, вероятно, проходил в июне-начале июля. Стадия мегалопы наиболее продолжительная и, по литературным данным, может длиться от 2 до 7-8 мес. (Fukataki, 1969 цит. по Kon, Adachi, Suzuki, 2003; Ito, 1968 цит. по Kon, Adachi, Suzuki, 2003; Kon, Adachi, Suzuki, 2003).

Как указывалось выше, продолжительность эмбрионального развития личинок *C. opilio* в значительной степени зависит от температуры воды. Т. Ямамото с соавторами (Effects of Temperature..., 2014) оценили общую продолжительность развития *C. opilio* от стадии мегалопа до постличинки при температуре 1-3 °С приблизительно в 100 дней. В Баренцевом море средняя температура на горизонте 50 м на акватории, где отмечались личинки краба-стригуна опилио, в 2012-2015 гг. составляла 1,9-2,6 °С (данные лаборатории океанографии ПИНРО). Основываясь на этом, можно предположить, что личинки на стадии мегалопа в Баренцевом море могут встречаться в планктоне с августа до октября-ноября. Таким образом, суммарная продолжительность планктонного периода личинок краба-стригуна опилио в Баренцевом море может составлять до 6 мес. (с июня по ноябрь).

Карское море отличается от Баренцева моря более низкими температурами и значительным распреснением поверхностных вод в его южной части (Сентябов, 2008). Следовательно, темпы развития личинок *C. opilio* здесь должны быть более низкими, чем в Баренцевом море. Следует отметить, что в Карском море были обнаружены только личинки на поздней стадии мегалопа. Личинки, отмеченные в южной части Карского моря, вероятнее всего, были занесены с баренцевоморскими водами через пролив Карские Ворота. Мегалопы, обнаруженные в более северных районах Карского моря, могут быть потомством особей, обитающих в Карском море, так как здесь были найдены самки с икрой. Некоторое количество личинок также может заноситься в Карское море из северной части Баренцева моря водами, огибающими северную оконечность архипелага Новая Земля.

Современные сведения о личиночном развитии краба-стригуна опиили в Баренцевом и Карском морях немногочисленны и отрывочны. Основной источник этих данных – пробы зоопланктона, собираемые в ходе экосистемной съемки Баренцева моря в августе-сентябре. Для установления срока массового выклева личинок, площади их распространения и сроков нахождения в планктоне, а также для оценки условий обитания необходимо проведение специализированной личиночной съемки, вероятно, даже в несколько этапов в силу продолжительного личиночного периода. Дополнительным источником информации могут служить данные о содержимом желудков планктоядных рыб, в частности сайки.

Тем не менее, имеющиеся материалы свидетельствует об успешном размножении краба-стригуна опиили в Баренцевом море и, с большой степенью вероятности, в Карском море.

3.5. ПИТАНИЕ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

В последние десятилетия происходят активные процессы заселения восточных вод Баренцева моря и смежных с ними участков Карского моря крабом-стригуном опилио. Краб увеличивает естественную плотность на уже освоенной акватории и обживает новые участки морского дна.

В восточной части Баренцева моря, как и на большей части Карского моря, имеются обширные жизненные пространства и хорошая кормовая база, благоприятные для этого вида.

С предполагаемым увеличением численности и биомассы баренцево-морского краба-стригуна опилио следует ожидать значительного усиления его конкуренции с другими видами животных, потребляющих бентос, в первую очередь с камбалами, скатами и пикшей. Постепенное накопление данных по пищевому поведению краба-стригуна опилио позволит оценить степень его воздействия на экосистему бассейна и, в конечном итоге, будет способствовать более рациональному управлению промысловыми ресурсами Баренцева моря.

В предлагаемом исследовании рассмотрен таксономический состав пищи краба-стригуна опилио и его размерная, половая, географическая и батиметрическая изменчивость, а также интенсивность его питания. В первом приближении оценена величина годового выедания крабом зообентоса в пределах его новой области распространения.

Сбор материала для анализа питания краба-стригуна опилио осуществлен в Баренцевом и Карском морях (30-68° в.д. и 69-78° с.ш.) в 2000-2014 гг. при выполнении траловых съемок ПИНРО (рис. 77). Крабы были выловлены в диапазоне глубин 38-371 м.

В связи с большим географическим разбросом станций и немногочисленностью выборки из Карского моря все полученные данные обрабатывались единым массивом. Наши знания о времени существования популяций стригуна в Баренцевом и Карском морях и их роли в новых экосистемах, о самих этих экосистемах пока не позволяют сделать вывод о принципиальной разнице между этими двумя экологическими нишами. Соответственно и трофические взаимоотношения между вселенцем и нативной фауной представляются схожими.

В качестве орудия сбора материала использовался донный трал Samrelen с горизонтальным раскрытием 25 м, вертикальным – 5 м и вставкой в кутовой части из дели с ячеей 22 мм. Продолжительность учетных тралений составляла 15 мин, скорость тралений – 3,1-3,3 уз. Особи краба-стригуна опилио были взяты из 164 уловов.

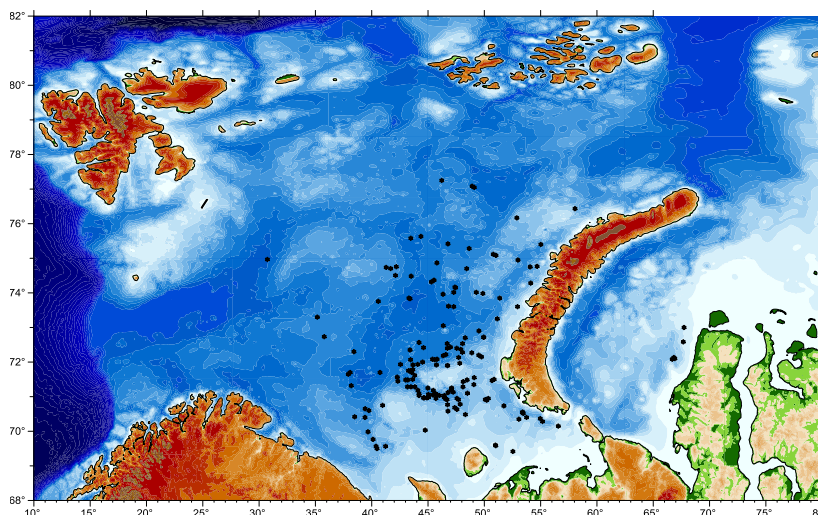


Рис. 77. Места отбора проб на питание краба-стригуна опилио в 2000-2014 гг.

Выловленные крабы в полевых условиях подвергались полному биологическому анализу в соответствии с методикой ТИНРО (Пособие по изучению промысловых..., 2006), а их желудки и кишечники извлекались и фиксировались 10 %-ным раствором нейтрализованного формалина.

Пища в основном содержалась в желудках. Кишечники были наполнены крайне слабо, и пища была сильно переварена, их содержимое не учитывалось. Обработка содержимого желудков проводилась в лабораторных условиях методом количественно-весового анализа питания (Методическое пособие..., 1974). Таксономическая принадлежность фрагментов пищевого комка определялась с максимальной возможной точностью. К сожалению, из-за сильного измельчения крабами пищевых организмов было затруднено определение их не только до вида и рода, но иногда и до более высоких рангов. Аморфный, хлопьевидный материал различных оттенков определялся как детрит. Все трубки массовой полихеты *Spiochaetopterus typicus* учитывались как живые.

Составные части пищевого комка подсушивались на фильтровальной бумаге и взвешивались с точностью до 0,1 мг.

Частота встречаемости компонентов пищи определялась как отношение числа желудков, в которых находилась та или иная группа организмов, к общему числу желудков с пищей и выражалась в процентах.

Для оценки интенсивности питания использовался общий индекс наполнения желудка (ОИНЖ). Этот показатель определялся как отношение массы всего пищевого комка к общей массе краба и выражался в процимиллях (‰). Для оценки роли того или иного кормового объекта использовался частный индекс наполнения желудка (ЧИНЖ), который рассчитывался как отношение массы пищевого компонента к общей массе

краба и выражался также в процедиимиллях. Средний ИНЖ рассчитывался с учетом пустых желудков.

Систематика объектов питания краба-стригуна опилио дана в соответствии с WoRMS, 2016 (<http://www.marinespecies.org/index.php>).

Всего проанализировано содержимое желудков 545 крабов (в том числе 59 особей из Карского моря), из них 382 самца с ШК 22-143 мм и 163 самки размерами 19-91 мм (рис. 78).

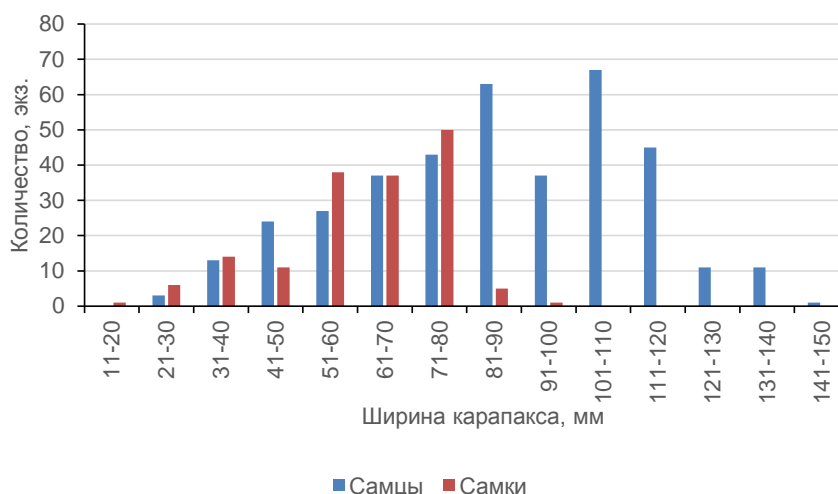


Рис. 78. Размерный состав самцов и самок краба-стригуна опилио, использованных для анализа питания

Таксономический состав объектов питания. Выявленный таксономический состав пищи краба-стригуна опилио довольно обширен. Он включает в себя свободноживущих беспозвоночных 14 типов, 19 классов, 30 отрядов, 55 семейств и 136 таксонов, из них 45 видового ранга (табл. 18).

Таблица 18

Список видов свободноживущих беспозвоночных, найденных в желудках баренцевоморского краба-стригуна опилио

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Баренцево море	Карское море
Foraminifera				Foraminifera g. sp.	+	+
	Tubothalamea	Miliolida	Hauerinidae	Hauerinidae g. sp.	+	
Porifera				Porifera g. sp.	+	
Cnidaria	Anthozoa			Anthozoa g. sp.	+	
		Actiniaria		Actiniaria g. sp.	+	
	Hydrozoa			Hydrozoa g. sp.	+	+
Nemertini				Nemertea g. sp.	+	
Nematoda				Nematoda g. sp.	+	
Cephalorhyncha	Priapulida		Priapulidae	<i>Priapulus caudatus</i> Lamarck, 1816	+	
				Priapulidae g. sp.	+	
Annelida	Polychaeta			Polychaeta g. sp.	+	+
			Chaetopteridae	<i>Spiochaetopterus typicus</i> M Sars, 1856	+	+

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Баренце- во море	Карское море		
Sipuncula Arthropoda	Sipunculidea	Eunicida	Maldanidae	<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1865	+			
				Maldanidae g. sp.	+	+		
			Orbiniidae	Orbiniidae g. sp.	+			
			Lumbrineridae	Lumbrineridae g. sp.	+			
				<i>Lumbrineris</i> sp.	+			
			Phyllodocida	Nephtyidae	<i>Aglaophamus</i> sp.	+		
					Nephtyidae g. sp.	+	+	
					<i>Nephtys</i> sp.	+		
			Sabellida	Polynoidae		<i>Harmothoe</i> sp.	+	+
						Polynoidae g. sp.	+	
					Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i> (Zachs, 1923)	+	
						<i>Myriochele heeri</i> Malmgren, 1867	+	
					<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1844	+		
					<i>Myriochele</i> sp.	+		
					<i>Owenia</i> sp.	+		
					Oweniidae g. sp.	+		
		Terebellida		Sabellidae	<i>Chone</i> sp.	+		
				Ampharetidae	<i>Ampharete borealis</i> (M. Sars, 1856)	+		
					<i>Ampharete</i> sp.	+	+	
					Ampharetidae g. sp.	+		
				<i>Melinna</i> sp.	+			
					Cirratulidae g. sp.	+	+	
		Copepoda	Calanoida	Calanidae	<i>Calanus finmarchicus</i> (Gunnerus, 1770)	+		
					<i>Calanus</i> sp.	+		
					Copepoda g. sp.	+		
			Malacostraca	Amphipoda		Amphipoda g. sp.	+	
					Ampeliscaidae	<i>Ampelisca macrocephala</i> Liljeborg, 1852	+	
						<i>Haploops laevis</i> Hoek, 1882	+	
						<i>Ampelisca</i> sp.	+	
						<i>Byblis</i> sp.	+	
					Gammaridae	Gammaridae g. sp.	+	+
					Lysianassidae	Lysianassidae g. sp.	+	
				Cumacea	Stegocephalidae	Stegocephalus sp.	+	+
						Cumacea g. sp.	+	+
		Diastylidae	<i>Diastylis goodsiri</i> (Bell, 1855)		+			
				<i>Diastylis</i> sp.	+	+		
Decapoda	Leuconidae		<i>Eudorella</i> sp.	+				
			Decapoda g. sp.	+				
		Crangonidae	<i>Sabinea septemcarinata</i> (Sabine, 1824)	+				
			<i>Sclerocrangon ferox</i> (Sars G.O., 1877)	+				
			<i>Sabinea</i> sp.	+				
			<i>Sclerocrangon</i> sp.	+				
Oregoniidae		<i>Chionoecetes opilio</i> (O. Fabricius, 1788)	+					
		<i>Hyas</i> sp.	+	+				

Продолжение табл. 18

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Баренце- во море	Карское море			
Mollusca			Paguridae	<i>Pagurus pubescens</i> Krøyer, 1838	+				
				<i>Pagurus</i> sp.	+				
			Pandalidae	<i>Pandalus borealis</i> Krøyer, 1838	+				
			Euphausiacea	Euphausiidae		<i>Pandalus</i> sp.	+	+	
						Euphausiidae g. sp.	+		
			Isopoda		Chaetiliidae		<i>Saduria sabini</i> (Krøyer, 1849)	+	+
							<i>Saduria</i> sp.	+	
			Ostracoda	Mysidacea			Mysidacea g. sp.	+	
							Ostracoda g. sp.	+	
			Caudofoveata				Mollusca g. sp.	+	
							Caudofoveata g. sp.	+	
			Solenogastres				Solenogastres g. sp.	+	
							Gastropoda g. sp.	+	+
			Gastropoda			Colloniidae	<i>Moelleria costulata</i> (Møller, 1842)	+	+
						Margaritidae	<i>Margarites</i> sp.	+	+
					Cephalaspidea	Trochidae	Trochidae g. sp.	+	
						Scaphandridae	<i>Scaphander lignarius</i> (Linnaeus, 1758)	+	
					Littorinimorpha	Naticidae	<i>Cryptonatica affinis</i> (Gmelin, 1791)	+	
								<i>Euspira pallida</i> (Broderip & Sowerby, 1829)	+
						Rissoidae	Naticidae g. sp.	+	
								<i>Frigidoalvania janmayeni</i> (Friele, 1878)	+
						Velutinidae	<i>Frigidoalvania</i> sp.	+	
								<i>Marsenina glabra</i> (Couthouy, 1838)	+
					Neogastropoda	Buccinidae	Mangeliidae g. sp.	+	
								Buccinidae g. sp.	+
							<i>Buccinum</i> sp.	+	
								<i>Neptunea</i> sp.	+
			Bivalvia			Cancellariidae	<i>Admete viridula</i> (Fabricius, 1780)	+	
								Bivalvia g. sp.	+
						Montacutidae	<i>Montacuta spitzbergensis</i>	+	
								Knipowitsch, 1901	+
			Adapedonta			Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	+	+
								<i>Hiatella</i> sp.	+
Arcida			Arcidae	<i>Bathyarca glacialis</i> (Gray, 1824)	+				
					<i>Bathyarca</i> sp.	+			
Cardiida			Cardiidae	<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	+				
					(Fabricius, 1780)	+			
			Tellinidae	<i>Serripes groenlandicus</i> (Mohr, 1786)	+	+			
					Cardiidae g. sp.	+			
				<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)	+				
					<i>Macoma</i> sp.	+			
		Carditida	Astartidae	<i>Astarte borealis</i> (Schumacher, 1817)	+	+			
					<i>Astarte crenata</i> (Gray, 1824)	+			
				<i>Astarte</i> sp.	+	+			
						+			
Myida	Nuculanida		Myidae	<i>Mya</i> sp.	+				
				Nuculanidae		<i>Nuculana pernula</i> (O. F. Müller, 1779)	+	+	
					<i>Nuculana</i> sp.	+	+		
				Yoldiidae		<i>Yoldia hyperborea</i> (Gould, 1841)	+	+	
					<i>Yoldiella intermedia</i> (Sars, 1865)	+			
				<i>Yoldiella lenticula</i> (Møller, 1842)	+				

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Баренце- во море	Карское море
				<i>Portlandia</i> sp.	+	
				<i>Yoldiella</i> sp.	+	+
		Nuculida	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i> (Montagu, 1808)	+	+
				<i>Ennucula</i> sp.	+	+
		Pectinida	Pectinidae	Pectinidae g. sp.	+	
			Propeamussiidae	<i>Similipecten greenlandicus</i> (G. B. Sowerby II, 1842)	+	
	Scaphopoda			Scaphopoda g. sp.	+	
		Dentaliida	Dentaliidae	<i>Antalis entalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	
				<i>Antalis</i> sp.	+	
		Gadilida	Gadilidae	<i>Siphonodentalium lobatum</i> (G. B. Sowerby II, 1860)	+	
				Brachiopoda g. sp.	+	
Brachiopoda				Bryozoa g. sp.	+	
Bryozoa				Echinodermata g. sp.	+	
Echinodermata	Holothuroidea	Molpadida	Eupyrgidae	<i>Eupyrgus scaber</i> Lütken, 1857	+	
	Echinoidea			Echinoidea g. sp.	+	
		Camarodonta	Strongylo- centrotidae	<i>Strongylocentrotus</i> sp.	+	
	Asteroidea			Asteroidea g. sp.	+	
	Ophiuroidea			Ophiuroidea g. sp.	+	+
		Ophiurida	Ophiuridae	<i>Ophiocten sericeum</i> (Forbes, 1852)	+	
				<i>Ophiura sarsii</i> Lütken, 1855	+	
				Ophiuridae g. sp.	+	
Chordata				Tunicata g. sp.	+	
	Asciacea			Asciacea g. sp.	+	
		Stolidobranchia	Styelidae	<i>Cnemidocarpa rhizopus</i> (Redikorzev, 1907)	+	

Заметно меньшее количество таксонов жертв для Карского моря объясняется в первую очередь намного меньшим количеством просмотренных желудков.

Помимо свободноживущих беспозвоночных в желудках краба-стригуна опилио встречались остатки водорослей, рыб и их паразитов, а также детрит и песок.

Встречаемость пищевых объектов. Анализ пищевых компонентов по их встречаемости у самцов и самок краба-стригуна опилио показал, что наиболее часто в питании у них присутствовали моллюски (56 % у самцов и 77 % у самок), аннелиды (67 и 62 % соответственно), членистоногие (47 и 42 % соответственно) и иглокожие (26 и 40 % соответственно) (рис. 79). Среди моллюсков лидирующее положение занимали двустворчатые (46 % у самцов и 72 % у самок), среди кольчатых червей – полихеты (67 и 62 % соответственно), среди членистоногих – высшие ракообразные (33 и 21 % соответственно), среди иглокожих – офиуры (19 и 34 % соответственно) (рис. 80). Из двустворчатых моллюсков наиболее обычными в питании краба-стригуна опилио являлись *Nuculana pernula*, *Ennucula tenuis*, *Yoldia hyperborea* и *Yoldiella* sp. Среди полихет чаще отмечались *Spiochaetopterus typicus* и представители Terebellida (из родов *Mellina* и

Pectinaria). Высшие ракообразные в первую очередь были представлены отрядом Decapoda (креветками *Sabinea septemcarinata*, *Sclerocrangon ferox* и *Pandalus borealis*, крабами *Chionoecetes opilio*, *Hyas araneus* и раком-отшельником *Pagurus pubescens*).

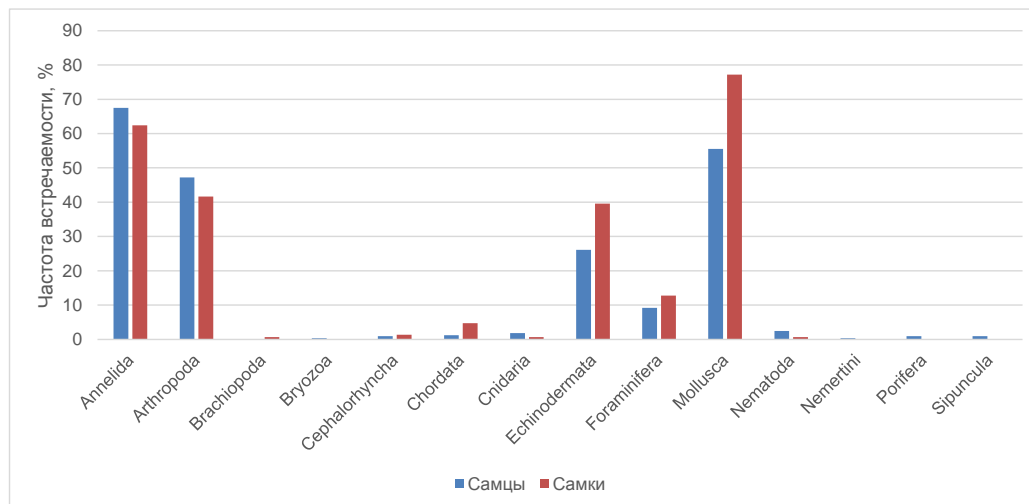


Рис. 79. Частота встречаемости пищевых объектов по типам у самцов и самок краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях

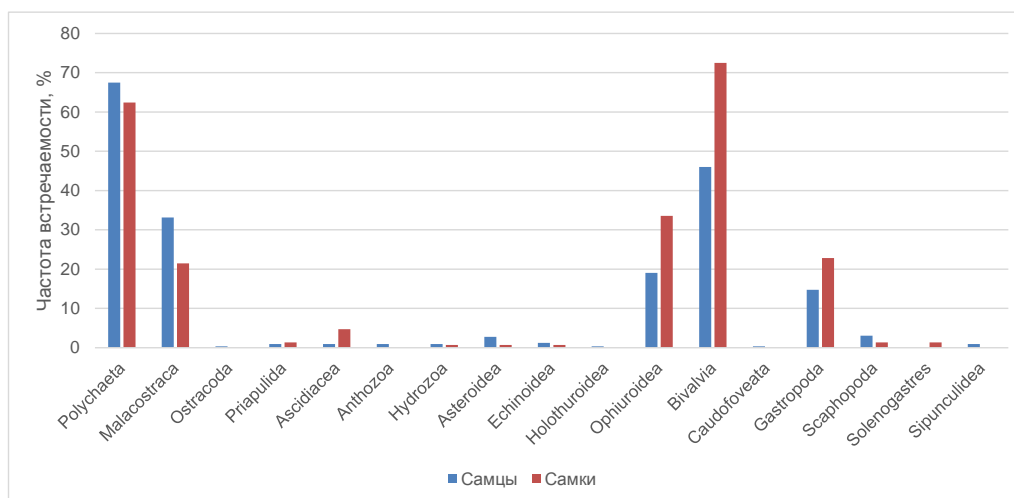


Рис. 77. Частота встречаемости пищевых объектов по классам у самцов и самок краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях

Масса пищевых объектов. Встречаемость в пищевом комке не всегда дает полное представление о роли того или иного кормового объекта в питании вида-хищника. Более полное представление о питании вида позволяет получить анализ пищи по массе. Согласно ему, интенсивность питания краба-стригуна наиболее высока у самок (табл. 19). У них среднее значение ОИНЖ составляет $18,2 \pm 2,61$ ‰, тогда как у самцов – только

7,8±0,74 ‰. При этом разница в средних размерах между полами не имеет в данном случае никакого значения: даже если учитывать только самцов того же размерного диапазона, что и самки, то ОИНЖ самцов данной размерной группы увеличится лишь до 8,4±1,00 ‰ (разница также достоверна).

Также наполнение желудков у самок достоверно больше, чем у самцов, как в общем по бентосу, так и по основным типам. И лишь питание рыбой не выявило достоверных отличий между полами, что связано, вероятно, со случайным характером распределения этого объекта питания на исследуемой акватории.

Таблица 19

Средний индекс наполнения желудка и достоверность его различия у самцов и самок краба-стригуна опилио по данным однофакторного дисперсионного анализа

Пищевая группа	ИНЖ, ‰		F _{факт.}	F _{крит.}	p-value
	самцы	самки			
Вся пища	7,77±0,74	18,20±2,56	26,71	3,86	3,3×10 ⁻⁷
Рыба	1,53±0,51	0,61±0,22	1,34	3,86	0,25
Весь бентос	6,46±0,58	17,60±2,56	34,56	3,86	7,2×10 ⁻⁹
Annelida	1,62±0,24	3,73±0,83	10,40	3,86	0,001
Artropoda	2,04±0,33	3,92±0,81	6,56	3,86	0,011
Echinodermata	0,76±0,19	3,39±1,22	9,58	3,86	0,002
Mollusca	1,18±0,19	5,62±1,10	33,14	3,86	1,4×10 ⁻⁸

Анализ таксономического состава пищи (ЧИНЖ) на уровне классов показал, что основной пищей самцам служат высшие ракообразные (1,75±0,30 ‰), полихеты (1,62±0,24 ‰) и рыбы (1,53±0,51 ‰) (табл. 20). К второстепенной пище отнесены двустворчатые моллюски (0,89±0,14 ‰), офиуры (0,51±0,13 ‰), гастроподы (0,27±0,13 ‰), морские звезды (0,23±0,13 ‰) и остракоды (0,14±0,14 ‰). В качестве случайных пищевых объектов рассматриваются моллюски лопатоногие и желобобрюхие, приапулиды, сипункулиды, асцидии, голотурии, остракоды, антозои, гидроиды, губки, нематоды и форамениферы (0,001-0,08 ‰).

Основной пищей самкам краба-стригуна опилио служат двустворчатые моллюски (5,37±1,10 ‰), полихеты (3,73±0,83 ‰), офиуры (3,34±1,22 ‰) и высшие ракообразные (2,28±0,60 ‰). К второстепенной пище относятся асцидии (0,53±0,31 ‰), рыбы (0,61±0,22 ‰) и гастроподы (0,24±0,10 ‰). Случайная пища самок – приапулиды, лопатоногие и

желобобрюхие моллюски, морские звезды и ежи, форамениферы (0,002-0,09 ‰). Частный индекс наполнения желудков достоверно больше у самок, чем у самцов, по асцидиям, двустворчатым моллюскам, офиурам и полихетам.

Таблица 20

Частный индекс наполнения желудка и достоверность его различия на уровне классов жертв у самцов и самок краба-стригуна опилио по данным однофакторного дисперсионного анализа

Класс	ИНЖ, ‰		F _{факт.}	F _{крит.}	p-value
	самцы	самки			
Asciadiacea	0,02±0,01	0,53±0,31	6,42	3,86	0,01
Asteroidea	0,23±0,13	0,02±0,02	1,03	3,86	0,31
Bivalvia	0,89±0,14	5,37±1,10	36,00	3,86	3,6*10 ⁻⁹
Gastropoda	0,27±0,13	0,24±0,10	0,03	3,86	0,86
Malacostraca	1,75±0,30	2,28±0,60	0,76	3,86	0,38
Ophiuroidea	0,51±0,13	3,34±1,22	11,78	3,86	0,0006
Polychaeta	1,62±0,24	3,73±0,83	10,40	3,86	0,0013
Priapulida	0,05±0,03	0,10±0,09	0,43	3,86	0,51
Scaphopoda	0,01±0,01	0,02±0,01	0,32	3,86	0,57

Частный индекс наполнения желудка по бентосу продемонстрировал достоверную связь от ширины карапакса как у самцов (F_{факт} (3,79) > F_{крит} (1,78), p-value = 0,00002), так и у самок (F_{факт} (2,68) > F_{крит} (2,07), p-value = 0,01) (табл. 21). Индекс наполнения желудка уменьшается по мере роста краба, что отражает его физиологические потребности.

Таблица 21

Частный индекс наполнения желудка бентосом в зависимости от размеров самцов и самок краба-стригуна опилио

Ширина карапакса, мм	ИНЖ, ‰	
	самцы	самки
19-29	20,8±16,0	5,0±3,0
30-39	19,9±4,3	20,6±4,2
40-49	14,0±3,1	17,6±3,9
50-59	7,6±3,1	36,4±10,3
60-69	6,9±1,8	15,7±3,4
70-79	5,4±2,5	9,0±2,3
80-89	4,3±0,7	2,7±1,3
90-99	7,3±2,1	7,8±5,7
100-109	4,0±0,7	
110-119	5,2±1,2	
120-129	2,1±1,0	
130-139	5,1±1,9	
140-149	1,2±1,0	

Сравнение значений ОИНЖ не выявило достоверных различий при изменении глубины отбора проб как у самок, так и у самцов. Также не было выявлено достоверных отличий изменения ИНЖ по бентосу с глубиной у самок. В то же время ИНЖ по бентосу у самцов имел достоверную связь с изменением показаний глубины взятия проб ($F_{\text{факт}} (3,46) > F_{\text{крит}} (2,12)$, $p\text{-value} = 0,002$) (табл. 22).

Таблица 14

Частный индекс наполнения желудка бентосом в зависимости от глубины у самцов и самок краба-стригуна опилио

Глубина взятия пробы, м	ИНЖ, ‰	
	самцы	самки
50-99	13,8±2,7	19,1±3,1
100-149	7,6±1,5	9,1±3,4
150-199	5,2±1,1	27,5±7,0
200-249	4,6±1,3	10,6±3,3
250-299	5,2±0,9	10,6±2,4
300-349	8,2±1,5	22,8±10,9
350-399	6,4±3,1	1,3±1,3

Рассматривая географическое распределение средних величин ИНЖ по бентосу, предварительно можно отметить, что более высокие его значения относятся к склонам возвышенностей (рис. 81).

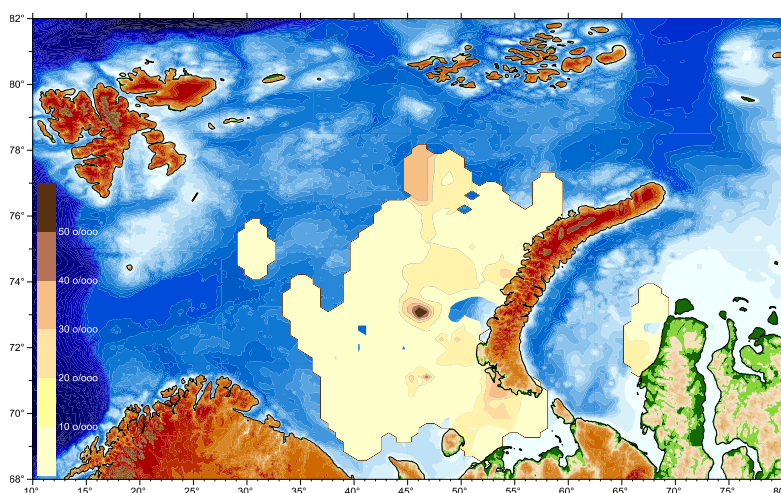


Рис. 81. Среднемноголетнее распределение ИНЖ по бентосу краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях

Полученные нами данные о питании краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях в целом позволяют сделать вывод о том, что его питание не имеет принципиальных отличий от питания представителей этого вида в дальневосточных морях. Объектами их питания становятся

наиболее массовые и доступные формы бентоса. Подобное явление было отмечено и для Дальнего Востока (Тарвердиева, 2001; Надточий, Чучукало, Кобликов, 2001; Питание и некоторые черты..., 2011).

Средние общие индексы наполнения желудков баренцевоморских крабов-стригунов опилио также были схожи с таковыми особей дальневосточных популяций. М.И. Тарвердиева (2001) приводит для промысловых самцов Берингова моря ОИНЖ, равный 6,9 ‰, для молодежи – 25,7 ‰.

В то же время у крабов Баренцева моря имеется особенность, отличающая их от дальневосточных. Так, интенсивность питания самок баренцевоморского краба-стригуна опилио достоверно выше примерно в два раза, чем интенсивность питания самцов. Логичного объяснения этому факту нам пока найти не удалось. Является ли это анатомо-физиологической особенностью баренцевоморских самок или вызвано условиями существования в новых условиях – предстоит еще разобраться.

При сравнении данных о питании новых для Баренцева моря крабов (камчатского и стригуна) отмечены сходные средние значения индекса наполнения желудка – больше 10 ‰ для особей с шириной карапакса до 100 мм. Существенным отличием краба-стригуна опилио является то, что отдельные его особи могут иметь индекс 100 ‰ и более, что никогда не было зарегистрировано для камчатского. Качественный состав пищи в желудках обоих видов несколько отличается – у камчатского преобладают двустворчатые моллюски, офиуры, звезды и ракообразные, у стригуна – двустворчатые моллюски, полихеты, ракообразные и офиуры.

3.6. ПОТРЕБЛЕНИЕ ПИЩИ КРАБОМ-СТРИГУНОМ ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

При становлении популяций краба стригуна-опилио Баренцева и Карского морей особого внимания заслуживает вопрос о том, как складываются трофические связи между ним и представителями местной фауны. После интродукции камчатского краба это самое крупное биологическое воздействие на фауну Баренцева моря, причем в последние годы по масштабу оно становится более значительным событием.

Почти на всей акватории Баренцева и Карского морей условия для развития *S. opilio* близки к оптимальным. Благодаря этому его особи не только быстро распространяются, но и происходит быстрое увеличение их численности. Можно ожидать, что краб-стригун опилио окажет большее воздействие на донное население Баренцева моря, чем камчатский краб. Камчатский краб обитает на достаточно узкой полосе в южной части моря, его распространение ограничено теплыми водами. Краб-стригун опилио потенциально способен освоить практически весь баренцевоморский шельф, встроиться в любой местный донный биоценоз. Его будущая численность будет зависеть только от наличия кормового бентоса, немногочисленных врагов и активности промысла.

Обычно количественная оценка потребления пищи промысловыми крабами получается или в результате обработки данных суточных траловых станций/экспериментального кормления, или при составлении балансовых уравнений энергетического обмена (Сущеня, 1975). Однако для краба-стригуна опилио Баренцева моря суточные станции не проводились. Литературные данные, касающиеся питания этого вида крабов, немногочисленны и относятся в основном к спектру питания (Тарвердиева, 1981; Squires, Dawe, 2003).

Дальневосточными российскими учеными были сделаны попытки оценить суточный рацион краба-стригуна опилио. Полученные значения колебались от 1,4 до 5,5 % от массы тела (Надточий, Чучукало, Кобликов, 2001; Питание и некоторые черты..., 2011; Суточный пищевой рацион..., 2012). Однако эти данные весьма приблизительны, так как в первых двух исследованиях материал собирался в разных местах с сильным разбросом глубин, так что они отражают скорее не динамику во времени, а изменения в кормовой ценности различных акваторий. В третьем исследовании не приводятся данных о суточной ритмике питания, но одним предложением констатируется суточный рацион в 2,4 % от массы тела. Между тем, хорошо известно, что уровень потребления пищи у эктотермных животных зависит как от массы тела, так и от температуры окружающей сре-

ды. Впрочем, сами авторы этих исследований признают ориентировочность или кратковременность полученных ими величин.

Из-за сложной размерно-половой структуры, больших различий в возрасте наступления половозрелости, темпах роста и количестве линек вместе с нашими крайне скудными сведениями о биологических параметрах даже баренцевоморской (не говоря уже об особях из Карского моря) популяции краба-стригуна опилю в настоящее время нет возможности составить удовлетворительные балансовые уравнения энергетического обмена. Вместе с тем, при таком положении дел, но исходя из важности оценки современного потребления пищи крабом-стригуном опилю, остается разумным использовать вид-аналог, для которого известен уровень суточного потребления в зависимости от массы тела, и экстраполировать его на краба-стригуна опилю.

В настоящем исследовании для получения величины суточного рациона краба-стригуна были использованы параметры уравнения по баренцевоморскому камчатскому крабу, более изученному в отношении трофической активности (Манушин, 2003). Допуская, что пищевые потребности особей этих двух видов одинаковой массы примерно равны, можно использовать уравнение зависимости суточного рациона камчатского краба от массы особи и температуры окружающей среды.

Единственной модификацией этого степенного уравнения стало приведение температурной шкалы к особенностям существования краба-стригуна опилю – за 0 была принята температура $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Полученное уравнение выглядит следующим образом:

$$P = 0,05 \times W^{-0,16} \times T^{1,65},$$

где P – суточный рацион, % от массы тела;

W – масса краба, г;

T – модифицированная температура среды $(t+2)$, $^{\circ}\text{C}$.

Так же, как и для камчатского краба, было принято, что при питании бентосом половина добытой пищи теряется при ее потреблении и в желудок крабу-стригуну опилю не попадает. Таким образом, фактическое изъятие биомассы бентоса в 2 раза превышает биомассу, съеденную крабом для удовлетворения своих потребностей.

Индекс численности краба-стригуна опилю рассчитывается ежегодно на основе данных экосистемной съемки. Средняя масса особи была найдена делением общей массы пойманных крабов на их количество за каждый год. Средняя температура, при которой обитают крабы этого вида в Баренцевом море, была принята за $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Карском – за $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средне-многолетняя доля бентоса в пищевом комке составила $0,91 \pm 0,01$. Величины оценки примерного валового потребления пищи крабом-стригуном

опилию, полученные на основе перечисленных исходных данных, приведены в табл. 23.

Таблица 23

Данные экосистемной съемки о некоторых параметрах популяции краба-стригуна в Баренцевом море и оценка минимального валового изъятия им бентоса в 2005-2014 гг.

Год	Численность, тыс. экз.	Средняя масса краба, г	Масса потребленной пищи, г/(особь× год)	Биомасса потребленной пищи, т/год	Изъятие бентоса, т/год	Плотность краба, экз./м ²	Изъятие бентоса, г/(год×м ²)
2005	2275	255	60	137	249	0,00003	0,003
2006	9153	158	40	368	670	0,00006	0,004
2007	15525	139	36	560	1019	0,00007	0,005
2008	63355	104	28	1798	3271	0,00023	0,011
2009	53718	134	35	1888	3437	0,00013	0,008
2010	79336	50	15	1206	2195	0,00020	0,005
2011	95092	25	8	8080	14705	0,00202	0,027
2012	4240340	32	10	44086	80237	0,00874	0,156
2013	2411779	59	17	42167	76744	0,00505	0,155
2014	1705716	51	16	26646	48496	0,00513	0,109

В последние годы расчетная биомасса умерщвленного баренцевоморским крабом-стригуном опилию бентоса ежегодно составляла 48-80 тыс. т.

Реальные потери биомассы бентоса от потребления всей популяцией краба-стригуна в Баренцевом море, конечно, больше. Одна из причин этого заключается в том, что мелкие крабы в силу низкой улавливаемости учетным орудием лова не учитываются в съемках. Вторая причина занижения биомассы потребляемого бентоса – высокая неопределенность оценок численности учитываемых размерных групп краба. Кроме того, оценка потребления пищи исходя из средней массы особи (рассчитанной по всей популяции, без учета фактической размерной структуры) тоже вносит существенную ошибку в полученные результаты.

Изъятие же бентоса крабом-стригуном в Карском море не может быть оценено даже приблизительно. Отсутствие в последние годы полномасштабной траловой съемки не позволяет подойти даже в первом приближении к использованию рыбопромыслового потенциала этого арктического моря. Возможно, потребление бентоса крабом-стригуном еще не достигло такого же уровня, как в Баренцевом, но отдельные участки уже могут подвергаться воздействию такой же интенсивности.

В последние годы произошедшее увеличение валового потребления бентоса крабом-стригуном опилию значительно усилило пресс этого хищника на отдельные районы экосистемы Баренцева моря. Такое усиление зависит от увеличения плотности *S. opilio*. Расчетное минимальное изъятие бентоса Баренцева моря этим видом крабов с 2005 г. увеличилось в 50 раз (см.

табл. 23). Наиболее сильное воздействие на донные биоценозы краб-стригун опилио оказывает на северо-востоке Баренцева моря (рис. 82). Основа кормовой базы баренцевоморского *S. opilio* приходится на биоценозы с доминированием *Macoma calcaria* и *Spiochaetopterus typicus*.

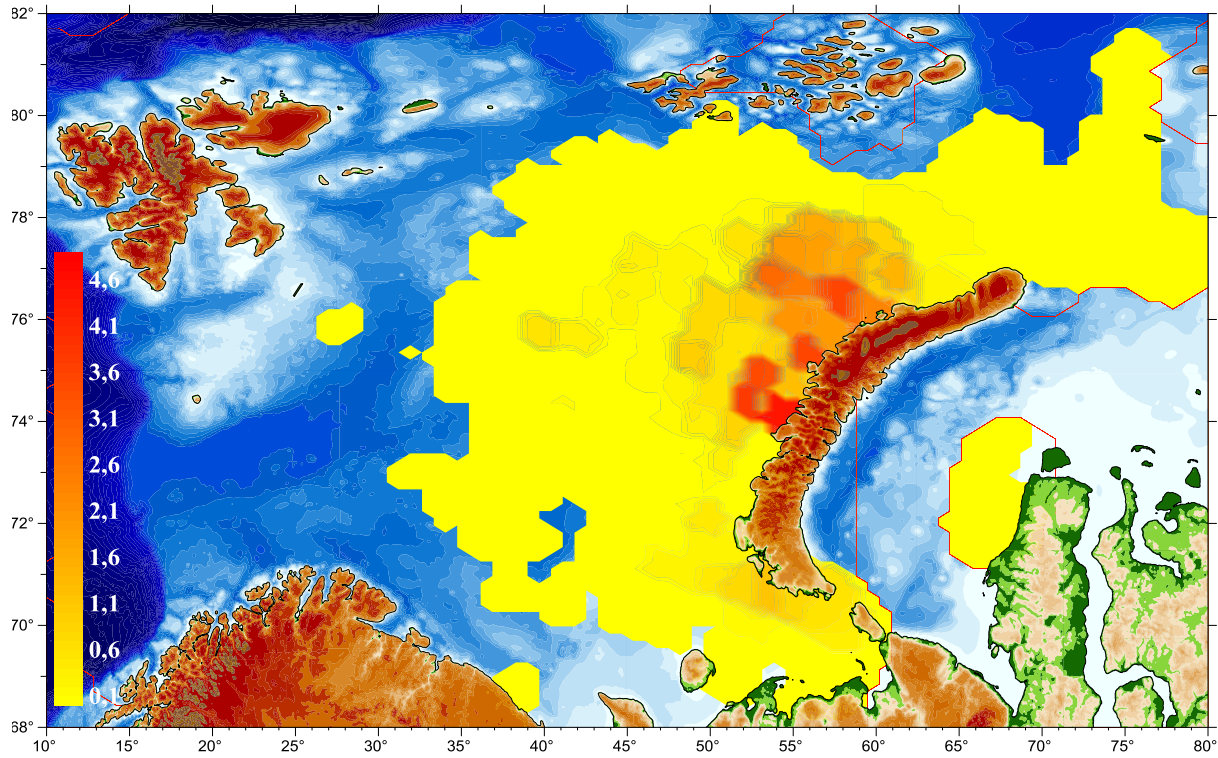


Рис. 82. Кумулятивное потребление бентоса крабом-стригуном опилио в 2005-2014 гг., г/м²

3.7. КРАБ-СТРИГУН ОПИЛИО КАК ОБЪЕКТ ПИТАНИЯ РЫБ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

В донных биоценозах морских экосистем крабы выступают, с одной стороны, как хищники, поедающие различные виды бентосных организмов (многощетинковые черви, моллюски, иглокожие, ракообразные и др.), а с другой стороны, как объекты питания хищных рыб и морских млекопитающих (Чучукало, 2006).

В Баренцевом море обитают несколько видов крабов (Определитель фауны и флоры..., 1948), из них крабы хиасы *Hyas araneus* и *H. coarctatus* регулярно встречаются в питании трески (Зацепин, Петрова, 1939). В 1980-1990-е годы в питании трески стали встречаться новые для Баренцева моря виды крабов – *Geryon tridens* (Беренбойм, Долгов, 1997) и камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* (наши данные). В связи с этим появление в конце 1990-х годов в Баренцевом море еще одного вида краба – краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (сходен по форме и размерам тела с местными крабами хиасами и в дальневосточных морях является объектом питания рыб (Трипольская, Андриевская, 1967; Полтев, 2001) – могло привести к его появлению в питании баренцевоморских рыб.

В водах юго-восточного побережья Камчатки доля *C. opilio* в питании трески достигает 10 % (Трипольская, Андриевская, 1967). В питании трески северокурильских вод значение краба-стригуна опилио изменялось от 4 до 15 %, при этом треска потребляла стригунов с ШК от 0,9 до 12 см при средней ШК в ее желудках 3,3 см (Полтев, 2001). Существенную долю (60-75 %) крабы-стригуны опилио с ШК 1-4 см составляли и в питании охотского липариса (*Liparis ochotensis*) (Токранов, 2000). В зал. Петра Великого (Японское море) крабы-стригуны опилио являются объектом питания 20 видов рыб (Выедание рыбами обыкновенного..., 2015).

Кроме того, существует и потребление пелагических личинок крабов пелагическими рыбами Баренцева моря, ареалы которых перекрываются районами нереста и распределения личинок краба-стригуна опилио. В связи с этим для оценки значения этого вида крабов в трофических цепях Баренцева моря был выполнен анализ многочисленных количественных данных ПИНРО о питании массовых видов пелагических и донных рыб в 2001-2014 гг.

Данные о питании рыб собирались специалистами ПИНРО в ежегодных традиционных съемках ПИНРО и на промысловых судах. Желудки рыб морозили и доставляли для последующего анализа в лабораторных условиях с использованием стандартного количественно-весового метода (Методическое пособие..., 1974). Кроме того, выполняли анализ содержимого желудков рыб непосредственно на борту судна в морских условиях с

использованием метода сокращенного варианта количественного анализа питания (Изучение экосистем рыбохозяйственных..., 2004). Всего за 2001-2014 гг. было проанализировано 382 316 желудков 110 видов рыб.

В качестве показателей интенсивности питания рыб использовался средний индекс наполнения желудков (СИН, ‰), а также доля пустых желудков (%). В качестве показателя значения краба-стригуна в питании рыб использовались массовая доля (%m) и частота встречаемости (%f). При обнаружении краба-стригуна в питании рыб измерялась ширина его карапакса с точностью до 1 мм.

Расчеты потребления краба-стригуна треской были выполнены для периода 2003-2014 гг. по стандартной методике, используемой в ПИНРО (Долгов, 1995а).

Из около 90 видов рыб Баренцева моря, по которым имелись количественные данные о питании, краб-стригун опилио встречался в питании только 7 видов: треска, пикша, камбала-ерш, звездчатый скат, северный скат, арктический шлемоносный бычок и европейский керчак. Из этих видов треска, северный скат и европейский керчак являются типичными хищниками (Долгов, 1995б; Dolgov, 2005; The Barents Sea..., 2011), звездчатый скат и камбала-ерш – ихтиобентофагами (Берестовский, 1989, 1995; Dolgov, 2005; The Barents Sea..., 2011), а пикша и шлемоносный бычок относятся к типичным бентофагам (Сезонные и годовые изменения..., 1990; Долгов, 1995б; The Barents Sea..., 2011). По данным полевого анализа питания рыб из крабовых ловушек имеется также информация о нахождении краба стригуна-опилио в желудках синей и пестрой зубаток, попавших в ловушку вместе с крабами, однако, вероятно, эти особи питались крабами непосредственно в ловушке, а не в природе.

Впервые в Баренцевом море краб-стригун опилио был обнаружен в питании трески и пикши в 2003 г. В последующие годы краб регулярно встречался в питании трески. Начиная с 2012 г. он стал отмечаться в питании рыб других видов. Значение краба в питании массовых промысловых видов в целом невысоко. В среднем за весь период исследований частота встречаемости и массовая доля стригуна в желудках рыб не превышала 0,3 и 1 % соответственно. Максимальная частота встречаемости краба отмечалась у непромысловых видов рыб (европейский керчак, северный скат и шлемоносный бычок) – 1,1-2,4 %, а массовая доля (1,3-4,2 %) – у северного и звездчатого ската и шлемоносного бычка (табл. 24), однако такие высокие значения, вероятно, связаны с относительно небольшим количеством исследованных желудков.

Значение краба-стригуна опилио в питании донных рыб в Баренцевом море в 2001-2014 гг.

Вид рыбы	Период исследований, годы	Кол-во исследованных желудков, экз.	Доля пустых желудков, %	Значение краба-стригуна опилио		Период, в который встречался краб, годы
				%m	%f	
Треска	2001-2014	168857	1465	0646	0631	2003-2014
Пикша	2002-2014	95113	3968	0601	0603	2003, 2010, 2012, 2013
Камбала-ерш	2002-2014	10548	2161	0602	0604	2014
Скат звездчатый	2002-2014	5266	4464	1626	0658	2013, 2014
Скат северный	2002-2014	563	3767	4616	2628	2012, 2013, 2014
Бычок арктический шлемоносный	2004-2014	353	2464	1632	1612	2012
Керчак европейский	2002-2014	104	2062	0639	2641	2012

Размеры потребляемых рыбами крабов-стригунов опилио. Несмотря на то, что крабы имеют достаточно хорошие средства защиты от хищников (квадратная форма тела, хитиновый панцирь, удлиненные конечности, острые шипы), практически все размерно-возрастные группы краба-стригуна встречались в желудках рыб. Исключением являются крупные особи крабов с шириной карапакса более 120 мм, однако в период межличинных стадий и эти особи могут стать доступными для питания рыб. Таким образом, потребление краба-стригуна определяется только размерами тела и рта различных видов рыб. Как показывают наши данные, *S. opilio* может поедаться не только среднеразмерными и крупными видами рыб (треска, пикша, камбала-ерш, звездчатый и северный скаты), но и такими значительно более мелкими видами, как представители семейства рогатковых (табл. 25).

Таблица 25

Размеры рыб-потребителей краба-стригуна опилио

Вид рыбы	Кол-во желудков с крабом-стригуном, экз.	Длина рыб, мм	Средняя длина рыб, мм
Треска	2515	160-1190	820
Пикша	27	350-660	540
Звездчатый скат	30	400-570	300
Северный скат	8	510-710	599
Камбала-ерш	3	370-450	413
Арктический шлемоносный бычок	4	135-180	150
Европейский керчак	2	173-168	170

Анализ размерного состава краба-стригуна опилио показал, что в первую очередь пресс хищничества приходился на мелких особей краба. В

желудках всех исследованных видов наиболее часто встречались особи *S. opilio* с ШК 20-30 мм (62 %). Суммарная доля остальных размерных групп краба в питании рыб этих видов составляла 42 %.

Четкие различия в размерах потребляемых крабов наблюдались и между разными видами рыб, причем у среднеразмерных видов рыб крабами питались наиболее крупные особи. Так, в желудках пикши (вид с относительно небольшим ртом) длиной 40-50 см встречались особи краба с ШК от 6 до 28 мм. Крупные особи звездчатого ската потребляли молодь *S. opilio* размером 18-21 мм. В питании камбалы-ерша длиной 45 см встречались крабы с ШК 14 мм.

В питании трески краб-стригун *опилио* встречался у практически всех размерных групп – от 20 до 110 см. В желудках трески были отмечены особи стригуна с ШК от 16 до 120 мм, средние размеры краба в желудках трески составили 82 мм. Анализ данных показал, что размеры крабов, обнаруженных в желудках трески, были пропорциональны длине тела рыб (рис. 83). По мере увеличения длины трески средние размеры крабов в ее желудках увеличивались – с 10 мм у особей длиной 20-29 см до 17-24 мм у размерных групп 50-59 и 60-69 см и до 70 мм у трески длиной более 100 см. В питании трески длиной до 50 см крабы с ШК более 30 мм не встречались. Крупная треска (длина более 60 см) предпочитала крабов с ШК 30-40 мм, однако в ее питании также были отмечены особи размером 70-120 мм.

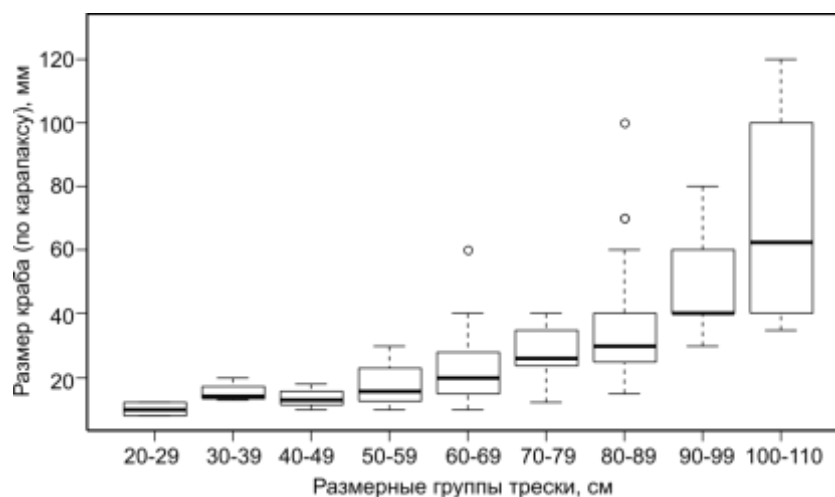


Рис. 80. Размерный состав краба-стригуна в желудках трески различных размерных групп в 2003-2014 гг.

Несмотря на то, что краб-стригун встречался в питании практически всех размерных групп трески (от 20 до 110 см), им питалась преимущественно крупная треска. Так, краб-стригун встречался менее чем в 1-2 %

желудков трески длиной до 59 см. Его встречаемость возрастала до 5-10 % у размерных групп 60-69 см и 70-79 см и только в размерных группах 80-109 см 20-35 % особей питались крабом-стригуном (рис. 84).

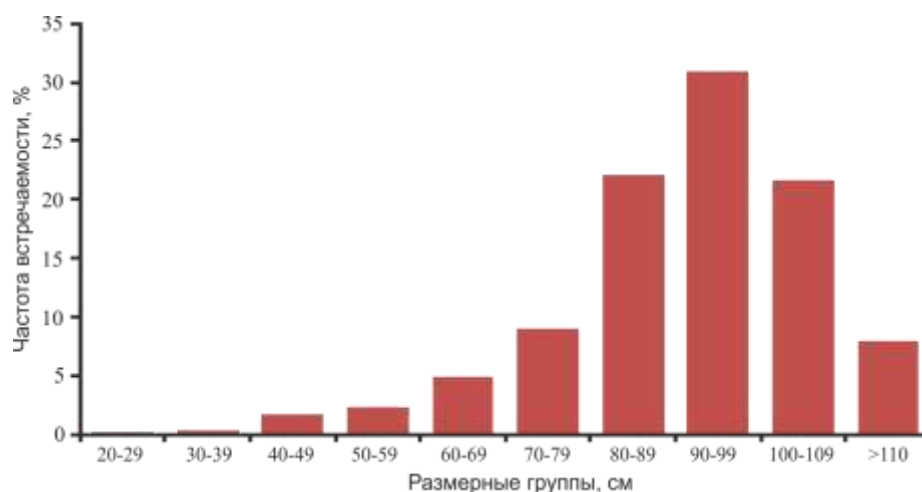


Рис. 84. Частота встречаемости краба-стригуна опилио в питании трески различных размерных групп в 2003-2014 гг.

Данные о встречаемости *S. opilio* в питании различных групп трески свидетельствуют о том, что основным потребителем краба являются особи старших возрастных групп трески длиной более 70 см, которые будут оказывать наибольшее воздействие на динамику популяции стригуна в Баренцевом море. С учетом увеличения в популяции трески доли рыб старшего возраста и доминирования по массе рыб длиной более 65 см (Report of the Arctic..., 2015), основной пресс хищничества трески приходится на среднеразмерных крабов размером 35-55 мм. Остальные размерные группы *S. opilio* подвержены хищничеству со стороны трески в меньшей степени.

Межгодовая динамика питания рыб крабом-стригуном опилио. Данные о питании рыб *S. opilio* хорошо согласуются с материалами о численности краба в Баренцевом море в 2003-2014 гг. Известно, что динамика численности краба-стригуна в Баренцевом море с 2003 г. соответствует основным закономерностям процесса акклиматизации и формирования новой популяции. За период исследований площадь распространения этого вида увеличилась в 10 раз, а его численность возросла на три порядка (Баканев, 2015). Соответственно, по мере увеличения численности и площади района обитания краба-стригуна опилио увеличивалась его массовая доля в питании трески в среднем за год (табл. 26).

Массовая доля краба-стригуна в питании трески в Баренцевом море в 2003-2014 гг.

Год	Кол-во исследованных желудков, экз.	%m
2003	15073	0,05
2004	14057	0,05
2005	12216	0,01
2006	8622	0,02
2007	9998	0,01
2008	10450	0,01
2009	8098	0,36
2010	9044	0,18
2011	7930	1,91
2012	8428	2,03
2013	8879	4,28
2014	9585	7,23

С 2003 по 2010 г. краб в питании трески встречался только эпизодически, его массовая доля в питании трески не превышала 0,5 %. Начиная с 2011 г. среднегодовая доля краба в пищевом рационе трески стала постепенно увеличиваться с 1,9-2,0 % в 2011-2012 гг. до 4,2 % в 2013 г. и 2014 г. составила 7,2 % по массе.

Резкое увеличение массовой доли *C. opilio* в питании трески в 2011 г. соответствовало вспышке численности краба-стригуна в Баренцевом море (индекс численности в 2011 г. увеличился более чем в 40 раз). При достижении максимальной численности в 2012 г. (в 2012 г. по сравнению с 2010 г. индекс численности *C. opilio* возрос более чем в 200 раз) *C. opilio* стал встречаться в питании северного ската, арктического шлемоносного бычка и европейского керчака (см. табл. 25). В последующие годы краб-стригун отмечался в питании звездчатого ската и камбалы-ерша. Таким образом, начиная с 2013 г. краб-стригун стал встречаться в питании 7 видов рыб: треска, пикша, камбала-ерш, звездчатый скат, северный скат, арктический шлемоносный бычок и европейский керчак. В связи с этим одной из возможных причин снижения численности краба-стригуна после 2012 г., вероятно, стало его активное включение в трофические цепи Баренцева моря.

Пространственные изменения в потреблении рыбами краба-стригуна опилио. Пространственные изменения в потреблении краба-стригуна наиболее четко выражены у трески. В ранний период появления в желудках трески (2003-2008 гг.) краб-стригун встречался эпизодически и только на некоторых станциях в центральных, западных и северо-западных районах Баренцева моря (рис. 85).

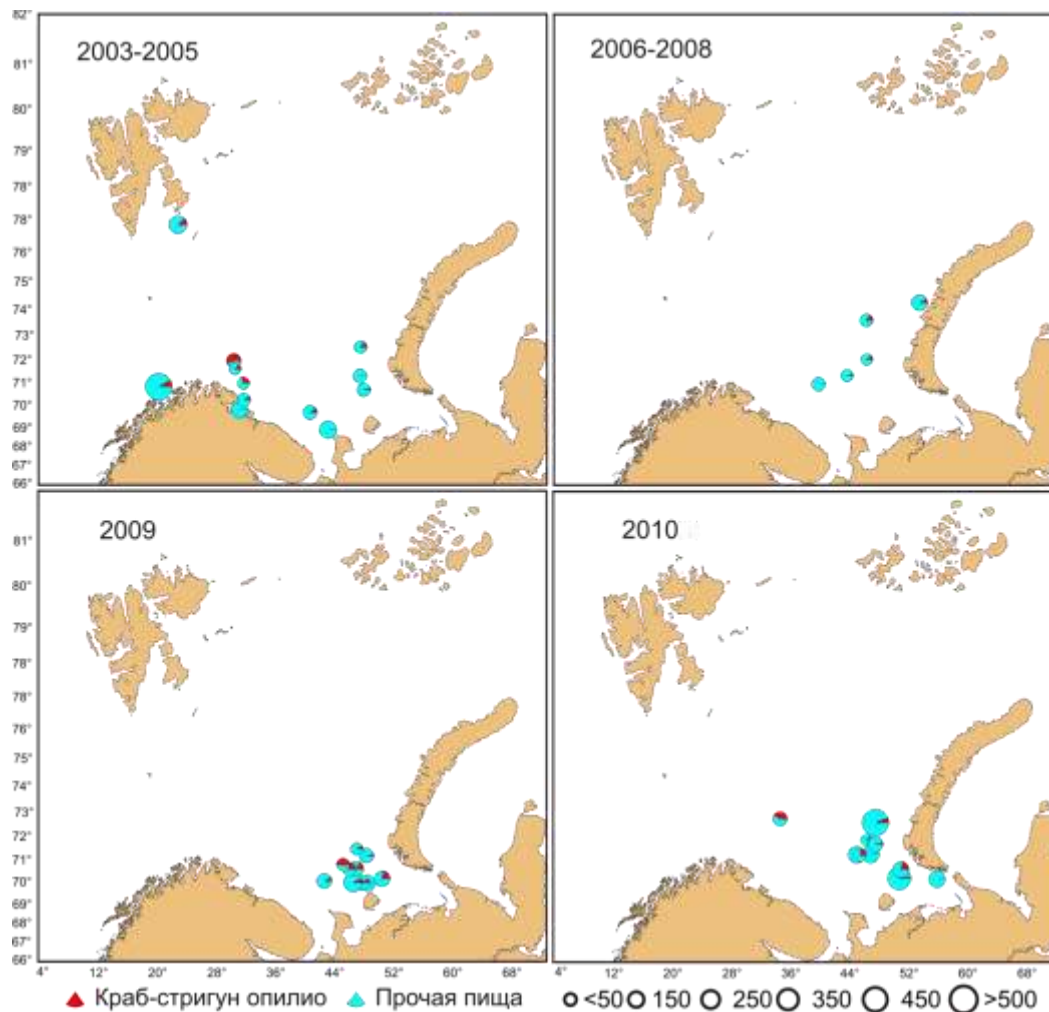


Рис. 85. Массовая доля краба-стригуна опилио в питании трески в 2003-2010 гг., % по массе (здесь и на рис. 86 диаметр кругов соответствует среднему индексу наполнения желудков)

Начиная с 2009 г. происходило постепенное увеличение количества станций, на которых отмечалось его потребление треской, и массовой доли краба-стригуна в желудках трески (см. рис. 85). Если в 2003-2008 гг. краб встречался ежегодно всего на 3-6 станциях, то с 2009 г. количество станций с присутствием краба-стригуна в питании трески резко возросло: в 2009 г. он был отмечен в питании трески на 10 станциях, в 2011 г. – на 32 станциях, в 2013 г. – на 67 станциях и 2014 г. – на 81 станции (рис. 86).

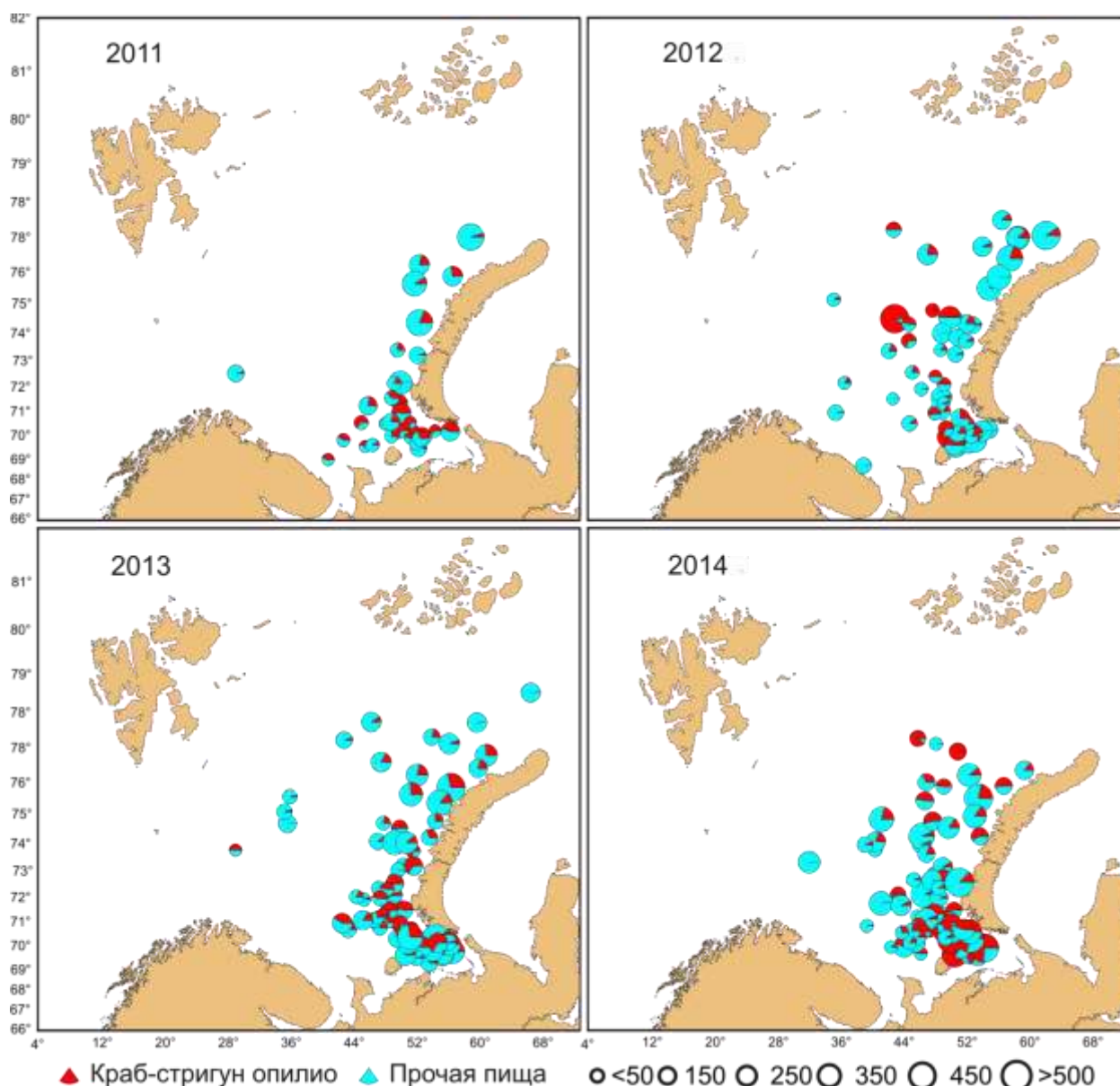


Рис. 86. Массовая доля краба-стригуна опилио в питании трески в 2011-2014 гг., % по массе

Данные о пространственной изменчивости встречаемости краба в питании трески хорошо согласуются с результатами исследований по расширению его ареала на акватории Баренцева моря. Результаты картирования данных о питании трески крабом-стригуном опилио, как и результаты моделирования распространения этого вида крабов в Баренцевом море (Баканев, 2015), показали, что в рассматриваемый период расширение ареала краба-стригуна опилио проходило в северном, южном и западном направлениях.

Пространственное распределение встречаемости краба-стригуна опилио в питании пикши достаточно четко локализовано на востоке Баренцева моря (рис. 87).

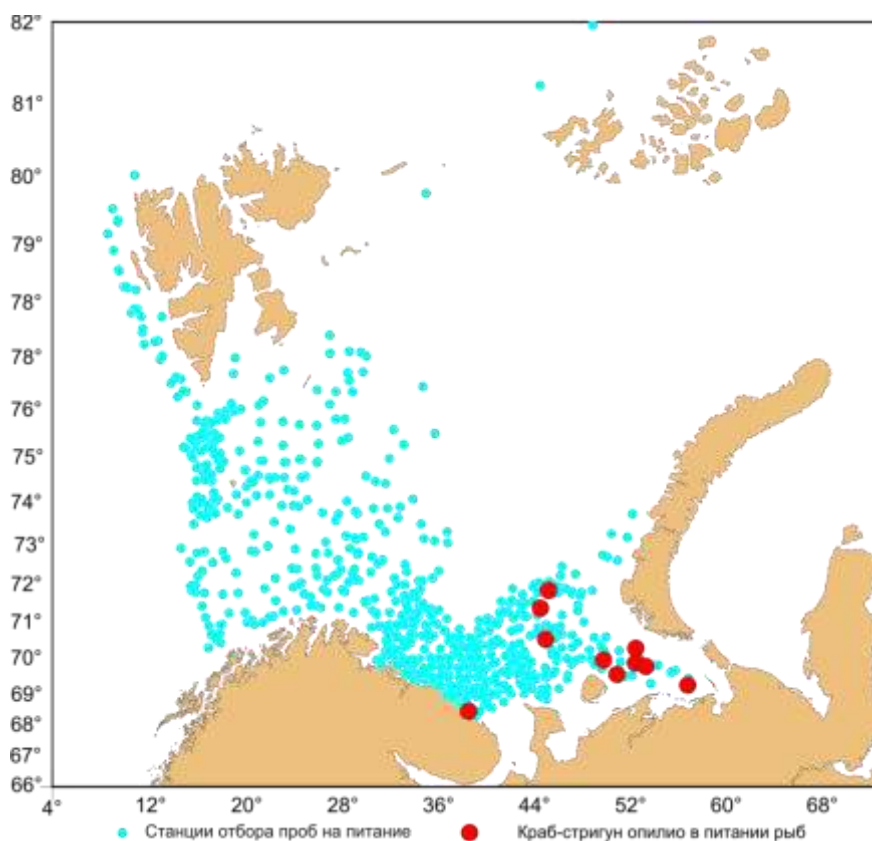


Рис. 87. Встречаемость краба-стригуна опилио в Баренцевом море в питании пикши в 2003-2014 гг.

Краб-стригун в питании пикши встречался исключительно на Гусиной и Новоземельской банках, а также в Восточном Прибрежном районе и, за единственным исключением, только в декабре. С учетом того, что краб-стригун отмечался в питании только крупных особей пикши (более 50 см), можно полагать, что он не является основным объектом питания для пикши, и ее влияние на популяцию краба-стригуна опилио незначительно.

Пространственное распределение встречаемости краба-стригуна опилио в питании арктического шлемоносного бычка представлено на рис. 88. Краб-стригун в питании арктического шлемоносца встречался только на двух станциях – в Вайгачском районе и районе полуострова Адмиралтейства.

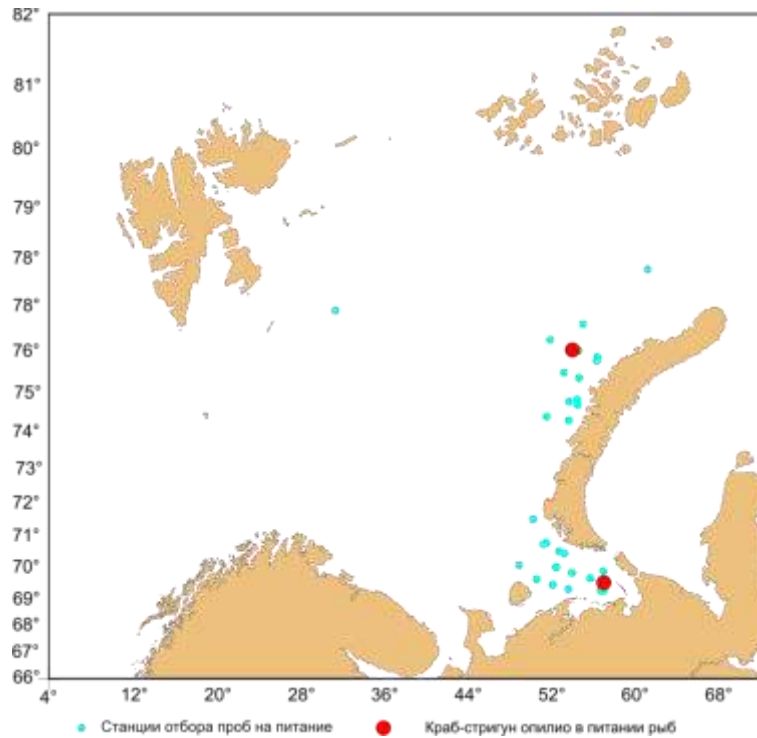


Рис. 88. Встречаемость краба-стригуна опилио в питании арктического шлемоносца в Баренцевом море в 2003-2014 гг.

В питании европейского керчака *C. opilio* встречался только на одной станции в Вайгачском районе (рис. 89).

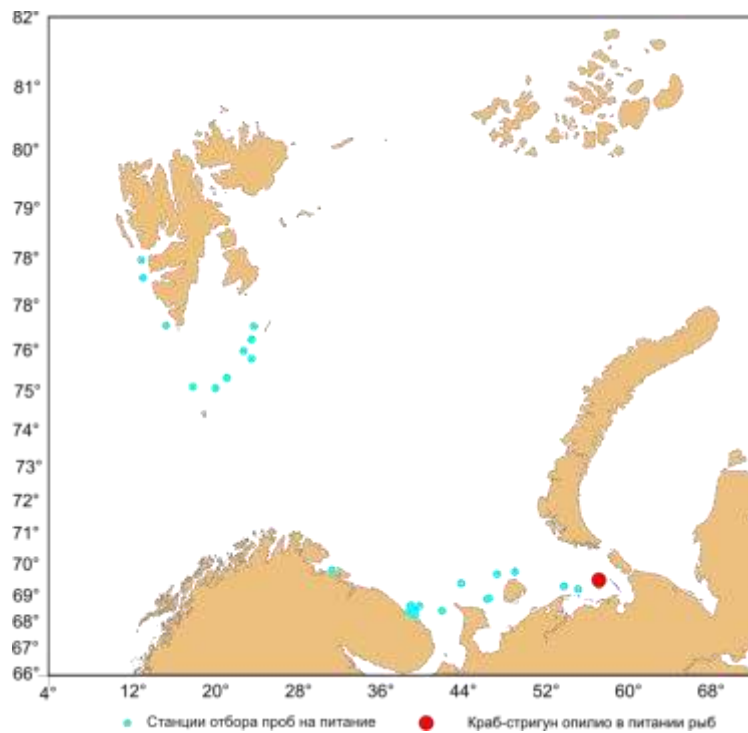


Рис. 89. Встречаемость краба-стригуна опилио в питании европейского керчака в Баренцевом море в 2003-2014 гг.

В питании камбалы-ерша *S. opilio* был достаточно редок и встречался в восточных и центральных районах (рис. 90).

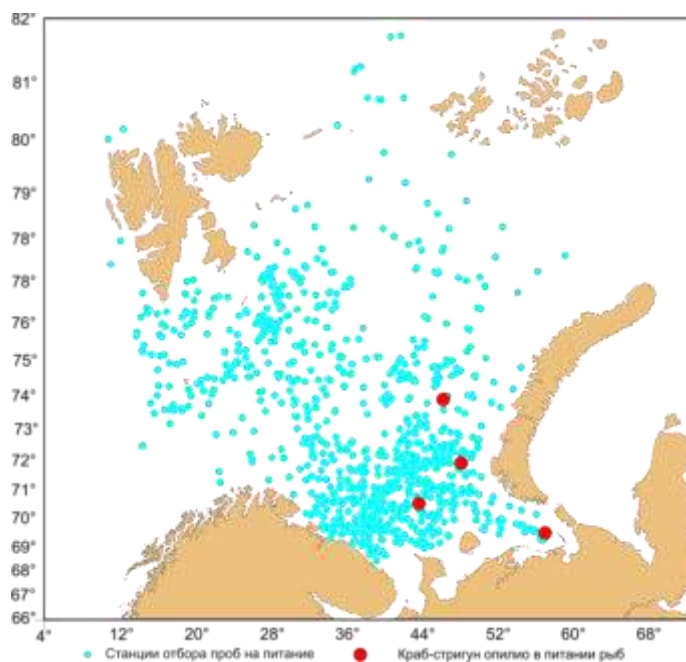


Рис. 90. Встречаемость краба-стригуна опилио в питании камбалы-ерша в Баренцевом море в 2003-2014 гг.

Все желудки ската, питающегося крабом-стригуном опилио, были зарегистрированы в центральных районах Баренцева моря на ограниченной акватории (рис. 91).

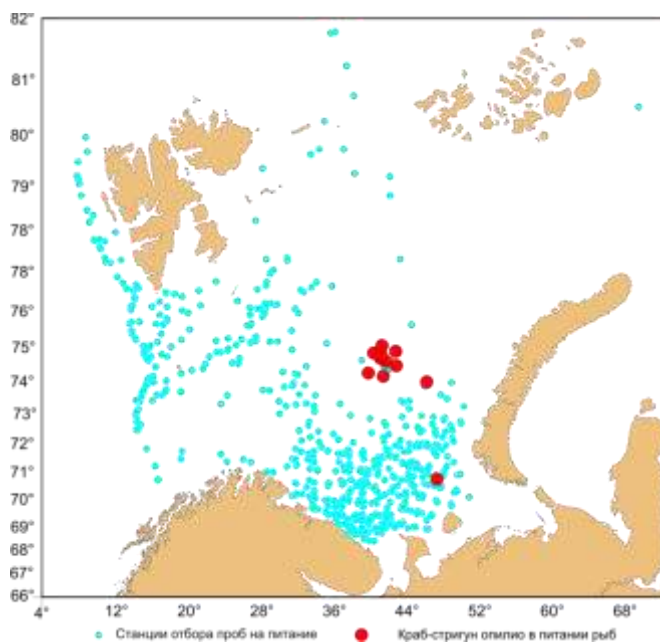


Рис. 91. Встречаемость краба-стригуна опилио в питании звездчатого ската в Баренцевом море в 2003-2014 гг.

Пространственное распределение встречаемости краба-стригуна опилио в питании северного ската было четко локализовано в северо-восточных районах Баренцева моря (рис. 92).

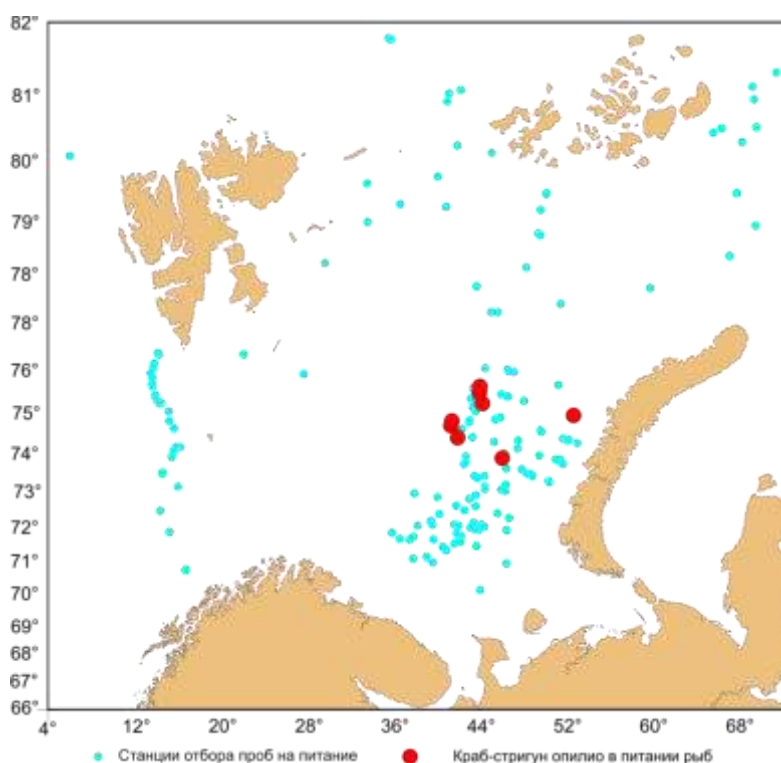


Рис. 92. Встречаемость краба-стригуна опилио в питании северного ската в Баренцевом море в 2003-2014 гг.

Сезонные особенности потребления краба-стригуна опилио треской. Акватория, на которой происходит перекрытие ареалов трески и краба *S. opilio*, достаточно ограничена и располагается в восточной части Баренцева моря (район I ИКЕС). Она является районом летне-осеннего нагула взрослой трески и зимовальным районом для молоди трески в возрасте 2-3 лет. Достаточно интенсивное потребление краба треской происходит здесь в течение всего года (рис. 93).

Краб-стригун опилио в питании трески встречался практически круглогодично, высокие значения массовой доли краба-стригуна в питании трески отмечались в весенний и осенне-зимний период, в то же время четкой зависимости между массовой долей стригуна в желудках трески и интенсивностью ее питания не выявлено (см. рис. 93). Тем не менее, можно предположить, что высокая массовая доля краба-стригуна в желудках трески характерна для периодов низкой интенсивности ее питания. Высокие индексы наполнения желудков трески характерны в периоды ее откорма, когда пища состоит главным образом из мойвы или других видов рыб.

Питание трески донными ракообразными характерно в периоды отсутствия основной пищи – мойвы, сайки, эвфаузиид и молоди тресковых (Треска Баренцева моря..., 2003).

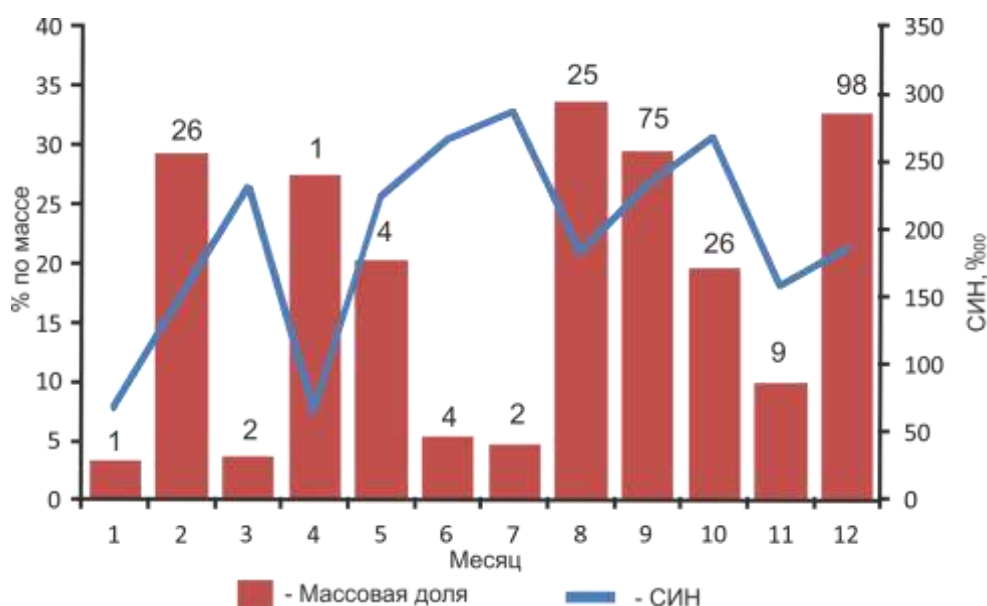


Рис. 93 Интенсивность питания трески и массовая доля краба-стригуна опилио в ее пищевом спектре в различные месяцы в 2003-2014 гг. Цифрами над столбцами диаграммы указано количество исследованных траловых станций, на которых в питании трески отмечался краб-стригун в каждом месяце

По нашим предварительным расчетам, в 2003-2008 гг. треска выедала не более 1 тыс. т краба-стригуна (45-900 т) (табл. 27). В 2009-2010 гг. потребляемая треской биомасса краба-стригуна возросла до 1-8 тыс. т, а в 2011-2012 гг. – до 20-25 тыс. т. В 2013-2014 гг. выедание треской краба-стригуна достигло 70-75 тыс. т, что было обусловлено как высокой численностью трески, так и увеличившейся массовой долей краба в ее питании. С учетом того, что, по оценкам лаборатории прибрежных исследований ПИНРО, общая биомасса запаса стригуна в Баренцевом море составляет около 160 тыс. т, хищничество трески может оказывать существенное воздействие на состояние популяции и возможности промыслового использования этого вида краба.

Выедание треской краба-стригуна опилио весьма велико, особенно при сравнении оценок его потребления треской, биомассы запаса и величины вылова. Так, по данным совместной российско-норвежской экосистемной съемки, выполняемой ПИНРО и БИМИ с 2004 г., биомасса промысловых самцов (ШК более 100 мм) в 2009-2010 гг. составляла всего 9-12 тыс. т, в 2011-2012 гг. возросла до 31 и 98 тыс. т соответственно и в 2013 г. достигла максимума – 137 тыс. т (Павлов, Баканев, 2014). Общий международный вылов стригуна в Баренцевом море в 2014 г. составил

14 тыс. т, что почти в 5 раз меньше, чем его потребление треской в этом же году. Очевидно, что выедание этих беспозвоночных треской является одним из ключевых факторов, определяющих динамику запаса баренцево-морского краба-стригуна опилио.

Таблица 27

Предварительные оценки выедания краба-стригуна опилио треской в Баренцевом море в 2003-2014 гг., т

Год	Потребленная биомасса
2003	45,2
2004	900,5
2005	294,8
2006	0
2007	0
2008	430,1
2009	1367,6
2010	7908,4
2011	23582,1
2012	26827,3
2013	74282,3
2014	74882,5

Роль отдельных видов гидробионтов в питании трески значительно изменяется по годам и во многом определяется их численностью. Появление богатых поколений краба-стригуна опилио, как и появление богатых поколений сельди, сайки, трески и пикши, сопровождается увеличением роли животных этих видов в питании трески. Наблюдаемые в последние годы высокие частота встречаемости и массовая доля молоди краба-стригуна опилио в питании трески являются косвенным свидетельством высокой численности этого вида в Баренцевом море. С другой стороны, увеличение потребления треской краба-стригуна опилио может быть результатом недостатка традиционных объектов питания трески (например, мойвы и сайки).

3.8. ПИТАНИЕ САЙКИ ЛИЧИНКАМИ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

Материалом для работы послужили данные о питании сайки в Баренцевом и Карском морях (966 и 153 экз. соответственно), собранные ПИНРО в 2012-2015 гг. (рис. 94), в том числе 22 желудка сайки Баренцева моря и 2 желудка сайки Карского моря, в которых были обнаружены личинки краба-стригуна опилио (табл. 28).

Таблица 28

Количество личинок краба-стригуна опилио, обнаруженных в желудках сайки в Баренцевом и Карском морях в 2012-2013 и 2015 гг.

Год	Дата	Длина сайки, см	Кол-во желудков с личинками, экз.	Общее кол-во личинок, экз.	Кол-во личинок в 1 желудке, экз.	Средняя масса 1 личинки, мг
<i>Баренцево море</i>						
2012	23.10	16,2-17,8	5	74	1-29	8,9
2013	04.09	16,6-21,0	4	8	1-3	6,0
2013	10.09	15,8	1	1	1	6,3
2013	11.10	15,5	1	1	1	2,6
2015	28.08	11,0-13,5	6	18	1-7	9,4
2015	30.08	12,3-14,0	5	24	1-15	5,3
<i>Карское море</i>						
2013	21.10	17,5	1	1	1	10,0
2013	22.10	16,8	1	5	5	8,4

В исследуемый период в Баренцевом море было проанализировано 966 желудков сайки, и только у 2,3 % особей в желудках были обнаружены личинки краба-стригуна опилио. В Карском море в 2013 г. из 153 исследованных желудков сайки личинки *S. opilio* встречались только у 1,3 % рыб.

В 2012-2013 и 2015 гг. в желудках сайки всего были отмечены 126 личинок *S. opilio* в Баренцевом море и 6 личинок в Карском. Все обнаруженные личинки находились на стадии мегалопа. Большинство личинок были достаточно сильно переварены. Следует отметить, что количество потребленных сайкой личинок краба-стригуна опилио, вероятно, было больше, так как в желудках встречались мегалопы крабов, точная видовая идентификация которых была невозможна из-за высокой степени переваренности. Личинки краба-стригуна отмечались преимущественно у довольно крупных особей сайки длиной от 16 до 21 см, а в 2015 г. ими питались более мелкие рыбы длиной 11-14 см. Количество личинок в одном желудке варьировало от 1 до 29 экз. (см. табл. 28).

Личинки *S. opilio* потреблялись сайкой в различных районах на юго-востоке и востоке Баренцева моря. Наибольшее их количество в желудках сайки встречалось на юго-западе района мыса Желания (74 экз.). Кроме то-

го, 42 экз. личинок краба-стригуна опилио были отмечены в ее желудках в Вайгачском районе. В Карском море личинки краба-стригуна опилио в питании сайки встречались не только в южной части моря, но и севернее 78° с.ш.

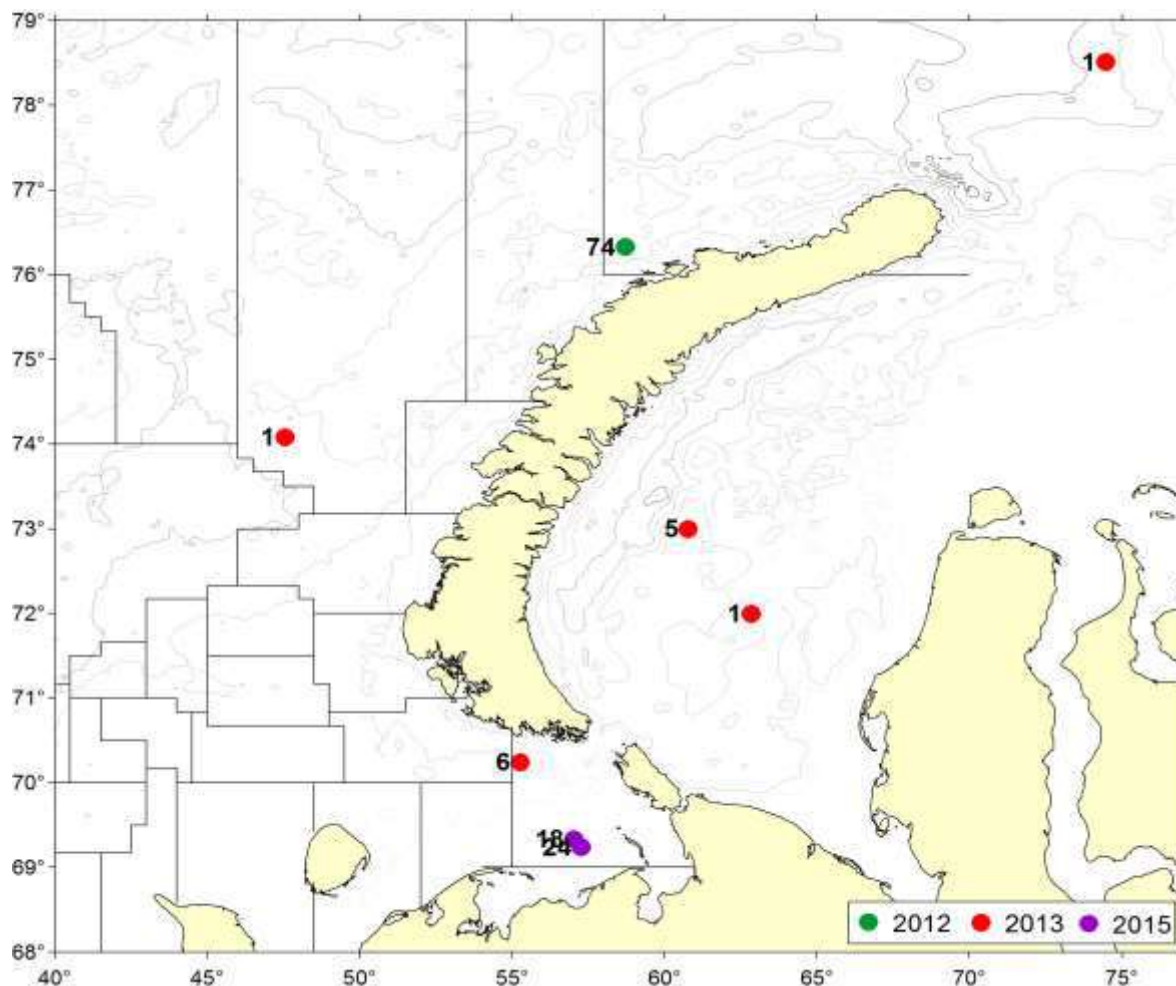


Рис. 94. Расположение станций отбора проб на питание сайки, в желудках которой были обнаружены личинки *S. opilio* в Баренцевом и Карском морях в 2012-2013 и 2015 гг. (число – общее количество личинок в пробе; количество рыб в каждой пробе составляло 23-26 экз.)

Данные о распределении личинок *S. opilio* из уловов планктонными сетями и данные об их встречаемости в желудках сайки хорошо согласуются между собой и частично восполняют пробелы в собранном материале (рис. 95). Сайка придерживается оппортунистической стратегии питания, являясь главным образом планктофагом. Также она питается донными животными и рыбой. Поэтому присутствие личинок краба в желудках сайки является ценным источником информации об их распределении, учитывая, что они не всегда могут улавливаться планктонными сетями из-за их низкой плотности, или особенностей вертикального распределения.

Так, в Баренцевом море значительное количество личинок краба-стригуна опилио отмечалось в желудках сайки в Вайгачском районе, где, по данным об уловах планктонными сетями, численность личинок была наибольшей. В то же время, в октябре 2012 г., сайка питалась личинками краба-стригуна опилио на юго-западе района мыса Желания, где исследования планктона не проводились. В 2013 г. личинки *S. opilio* были отмечены в питании сайки, пойманной в южной части Карского моря пелагическим тралом. На одной из станций, где притраловой сетью была отобрана проба макропланктона и был выполнен отбор пробы на питание сайки из улова пелагическим тралом, личинки краба-стригуна опилио в планктонной пробе отсутствовали, но были отмечены в желудке одной особи сайки (длина – 16,8 см, масса – 43,2 г) наряду с эвфаузидами, полихетами, рыбой, гипериидами и копеподами при очень высоком наполнении ее желудка (1851 ‰).

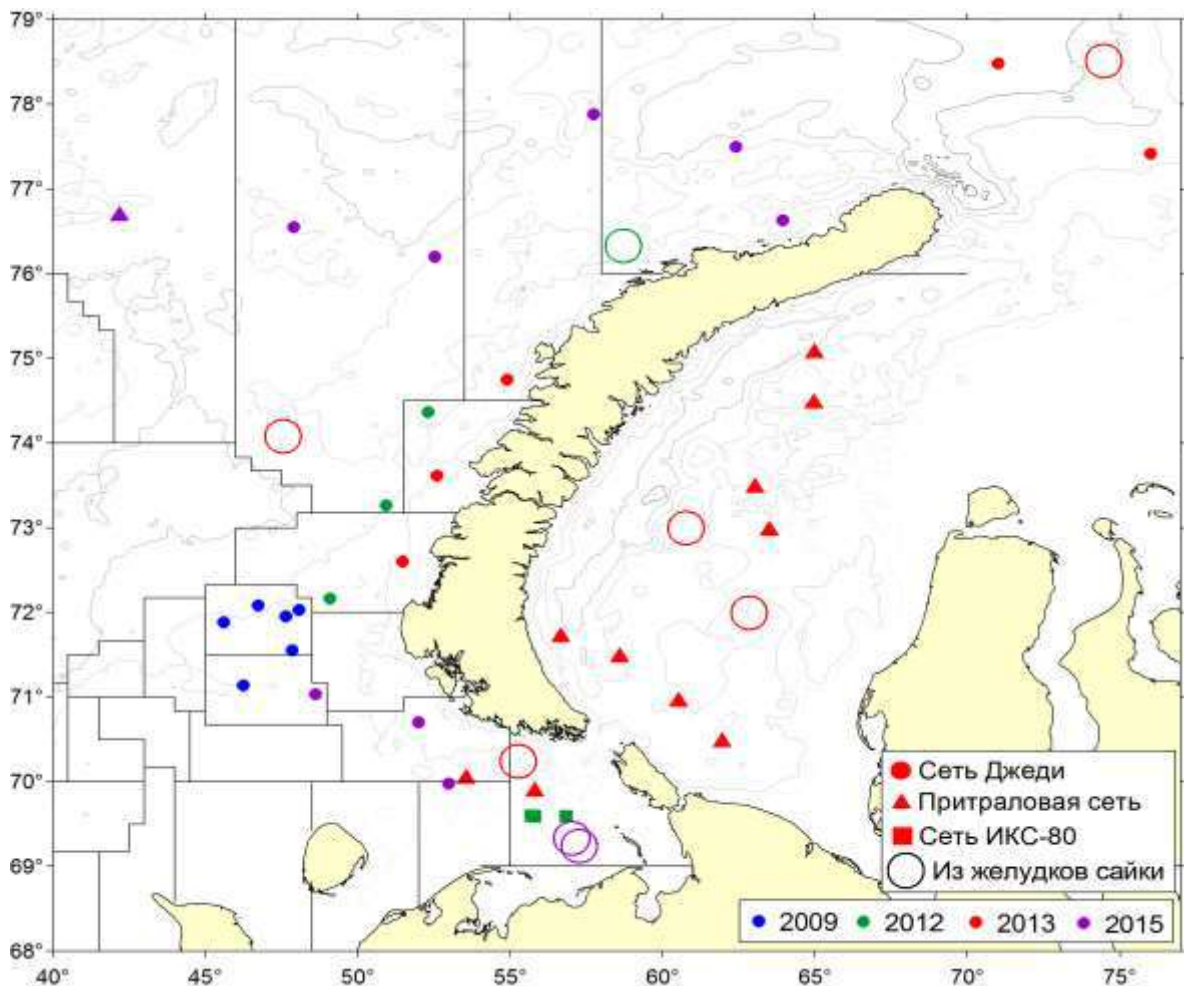


Рис. 95. Встречаемость личинок *S. opilio* в планктонных пробах и желудках сайки в Баренцевом и Карском морях в 2009, 2012-2013 и 2015 гг.

Личинки *C. opilio*, как и личинки прочих Decapoda, не играют существенной роли в питании сайки (суммарная средняя массовая доля личинок Decapoda не превышает 1 %), и могут быть отнесены к категории второстепенных кормовых объектов. Так как личинки краба-стригуна опилио большую часть срока своего планктонного существования концентрируются главным образом в верхних слоях воды, их уязвимость для сайки повышается при опускании в придонный слой на завершающем этапе развития. Выедание личинок краба может быть существенным в мелководных районах (например, Печорский, Вайгачский) и областях перекрывания районов распространения личинок краба-стригуна опилио и районов распределения значительных скоплений сайки.

Таким образом, учитывая низкую частоту встречаемости личинок краба-стригуна опилио и их невысокую численность в желудках сайки, можно сделать вывод, что в настоящее время хищничество сайки на величину пополнения *C. opilio* на этапе его планктонного развития крайне незначительно и не оказывает существенного воздействия на популяцию краба этого вида в Баренцевом и Карском морях.

4. ОЦЕНКА ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА И ПРОМЫСЕЛ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

4.1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАПАСА КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО И ЕГО ДИНАМИКА

Отсутствие многолетнего промысла баренцевоморского краба-стригуна опилио в Исключительной экономической зоне Российской Федерации (ИЭЗ РФ) и, как следствие, многолетней промысловой статистики не позволяют полноценно использовать для расчета запаса этого вида промысловых ракообразных традиционные аналитические модели, оценивающие систему «запас – промысел».

В связи с этим для оценки запаса краба-стригуна опилио Баренцева моря в настоящее время применяют комплексный подход, включающий в себя индикаторный метод, прямой учет по съемке и аналитическую оценку с помощью продукционной модели.

В качестве индикаторов состояния промыслового запаса используют стандартизированный улов на усилие (кг/ловушку) промысловых самцов и молоди во время промысла, показатели встречаемости краба-стригуна опилио в питании трески, по данным экосистемной съемки, а также уловы промысловых самцов в ходе осенней многовидовой съемки.

Прямой учет по экосистемной съемке включает ежегодно оцениваемые площадь встречаемости краба-стригуна опилио на всей акватории съемки, площадь его промысловых скоплений и индексы численности краба разных размерных групп. Для прогноза динамики биомассы и продукционных свойств запаса используют стохастическую продукционную модель на основе байесовского подхода (Баканев, Павлов, 2010).

Исходя из характера популяционной структуры краба-стригуна опилио в Баренцевом море и особенностей его промысла, алгоритм оценки состояния его запаса в настоящее время предусматривает следующий ряд допущений и ограничений:

– отсутствие многолетних рядов промысловой статистики не позволяет оценить реакцию запаса на промысел и, соответственно, выполнить количественный прогноз динамики запаса при разных уровнях его эксплуатации;

– выбор доли изъятия (оценка общего допустимого улова – ОДУ) выполняется экспертно и основывается на принципе разумной достаточности и исторического опыта эксплуатации этого вида на Дальнем Востоке, а также за рубежом;

– доля изъятия в прогностический год берется от промыслового запаса, оцененного на конец текущего года, т.е. ОДУ определяется эмпирическим методом инерционного прогнозирования, когда величина запаса в прогнозируемый год принимается равной таковой в год проведения последней учетной съемки;

– величина запаса определяется методом площадей с учетом коэффициента уловистости трала, который основывается на литературных данных и не является расчетным. Такое допущение подразумевает, что оценка величины запаса является относительной и служит, прежде всего, историческим показателем динамики запаса, а не строгой точечной оценкой в год последней учетной съемки. Тем не менее оценка ОДУ основывается именно на этом показателе;

– величина запаса для последующего определения ОДУ оценивается на акватории ИЭЗ РФ, в районах традиционного скопления промысловых особей, и не включает в себя акватории, где краб промыслового размера встречается эпизодически;

– оценка промыслового запаса выполняется для акватории Открытой части Баренцева моря (ОЧБМ), где начиная с 2013 г. проходит международный нерегулируемый промысел краба-стригуна опилио. При этом допускается, что высокая интенсивность промысла в ОЧБМ в ближайшие 1-2 года существенно не повлияет на величину его промыслового запаса в ИЭЗ РФ. Такое допущение основывается на слабой миграционной активности как промысловых крабов, так и пререкрутов 1 и 2 (Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). Очевидно, что в ближайшем будущем такое влияние необходимо будет учитывать.

Отсутствие до 2016 г. полномасштабного промысла краба-стригуна опилио в ИЭЗ РФ, весьма неопределенные оценки его промыслового запаса и продолжающиеся активные процессы акклиматизации краба в Баренцевом море, препятствующие точной и устойчивой оценке популяционных параметров, накладывают определенные ограничения в использовании аналитических моделей для прогноза состояния запаса и определения ОДУ. Перечисленные проблемы имеют также непосредственное отношение к расчетам целевых и граничных ориентиров управления. Однако, при условии стабилизации динамики запаса, т.е. уменьшения ее многолетней вариативности и наличия устойчивой промысловой эксплуатации на протяжении нескольких лет, возможно использовать для расчетов ориентиров и уровня эксплуатации аналитические модели. Одним из традиционных подходов для запасов с низкой информационной обеспеченностью является использование продукционной модели Шефера (Schaefer, 1954).

Первые попытки использования этой модели применимо к запасу краба-стригуна опилио Баренцева моря были выполнены в 2009 г. (Бака-

нев, Павлов, 2010). В настоящее время данный подход не применяют для определения ОДУ, однако перспективы его использования при открытии промысла весьма велики. Основная идея продукционного подхода сводится к следующей схеме (Шибяев, 2007):

– в отсутствие промысла результаты роста биомассы популяции (пополнение плюс весовой рост) уравниваются потерями из-за естественной смертности. Численность запаса стабилизируется на некотором предельном уровне (K), определяемом экологической емкостью среды (Одум, 1986). Промысел, как дополнительная причина смертности, сокращает численность популяции и тем самым нарушает сложившееся равновесие. Продуктивность популяции (запаса) возрастает благодаря высвободившимся кормовым ресурсам и стремится вернуть запас в утраченное равновесное состояние (Баранов, 1925);

– если прибавочную продукцию уравнивать величиной промыслового изъятия, то запас сохранится в этом новом состоянии равновесия, которое будет соответствовать данной интенсивности промысла (Russel, 1931).

Под состоянием запаса (популяции) здесь мы понимаем его комплексную характеристику, которая включает оценки важнейших параметров популяции – численности, смертности, пополнения и др. и тенденций их изменения (Левин, Коробков, 1998). В качестве модели использована логистическая продукционная кривая популяционного роста, имеющая дифференциальный вид (Richards, 1959; Pella, Tomplinson, 1969):

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \left(\frac{B}{K} \right)^m \right),$$

где B – численность промыслового запаса;

K – численность промыслового запаса, соответствующая емкости среды;

r – мгновенный коэффициент весового роста (внутренняя скорость роста) в отсутствие плотностной регуляции;

m – параметр формы кривой «запас – пополнение».

Значение $m=2$ дает стандартную логистическую траекторию, часто называемую продукционной моделью Шефера (Schaefer, 1954). Высокое значение m предполагает, что уменьшение скорости роста популяции при увеличении ее плотности несущественно до тех пор, пока численность запаса не достигла неких предельных значений и наоборот.

Дискретный вид модели, описывающей переход популяции из одного состояния (t) в следующее ($t+1$) и включающей промысловую смертность, где скорость экспоненциального роста (r) выражается через максимальный устойчивый вылов (MSY), выглядит так:

$$\lambda = \frac{m}{m-1},$$

где B_t – численность в году t ;
 MSY – максимальный устойчивый вылов;
 C_t – возможный вылов при прогностических оценках.

Для оценки промысловой численности баренцевоморского краба-стригуна опилио использованы индексы численности крабов из экосистемных съемок (*surv*) и величина приловов краба при донном промысле рыбы (*bycatch*). Отношение индексов к реальной величине численности выражается через коэффициенты улавливаемости q_s и q_b соответственно. Принимается, что ошибки наблюдений индексов (κ и w) распределяются логнормально и распределение данных выглядит как:

$$\begin{aligned} \text{surv}_i &\sim q_s B_i \exp(\kappa), \\ \text{bycatch}_i &\sim q_b B_i \exp(w). \end{aligned}$$

Допускается, что ошибки κ и w нормальны и независимо распределены со средним 0 и среднеквадратичными отклонениями σ_κ^2 и σ_w^2 .

Оценка параметров модели осуществлялась с использованием байесовского подхода. Метод Т. Байеса (Bayes, 1958) используется для получения распределения апостериорных вероятностей возможных значений параметров модели. Алгоритмы вычисления и диагностика были реализованы в программном продукте «OpenBUGS» (Hvingel, Kingsley, 2006). Требовалось определить априорные вероятности распределений следующих параметров: B_1 , K , m , MSY , коэффициентов улавливаемости q_s и q_b , ошибок наблюдений и численности крабов для первого года исследований по размерно-возрастным группам. Идентификация, верификация и исследование модели выполнялись по методикам, описанным в руководстве к программному обеспечению «OpenBUGS», а также в работах К. Вингеля, М.К.С. Кингсли и С.В. Баканева (Hvingel, Kingsley, 2006; Bakanev, 2006).

Проведенные исследования с применением математического моделирования позволили количественно реконструировать динамику промысловой биомассы краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 1996-2015 гг. (табл. 29, рис. 96). В этот период динамика промыслового запаса показывает «взрывной» логарифмический характер роста, который часто наблюдается у акклиматизированных животных. В годы первых поимок краба (1996-2001 гг.) биомасса промысловых самцов была крайне низка, а межгодовая динамика не имела определенного тренда. Начиная с 2002 г. наблюдается устойчивый рост запаса с периодами скачкообразного увеличения биомассы в 2004-2005 и 2007-2011 гг. В 2014-2015 гг. рост запаса значительно замедлился. В этот же период, по данным экосистемных съе-

мок, наблюдается сокращение площади распространения краба-стригуна опилио в Баренцевом море. Такие изменения, скорее всего, связаны не с реальными демографическими процессами в популяции, вызванными естественными причинами (смертностью и пополнением), а с техническими особенностями съемки, повлекшими за собой изменения в уловистости трала для бентосных организмов. Косвенным подтверждением этого предположения служат показатели встречаемости краба-стригуна в питании трески по данным экосистемной съемки, которые показывают постоянный рост такой встречаемости с 2010 г. без каких-либо замедлений после 2013 г.

Таблица 29

Промысловая биомасса краба-стригуна опилио (медианная оценка с 50 и 95 %-ными доверительными границами) в Баренцевом море в 1996-2015 гг., тыс. т

Год	2,5 %	25 %	Медиана	50 %	97,5 %
1996	0,03	0,05	0,06	0,07	0,10
1997	0,01	0,01	0,02	0,02	0,06
1998	0,02	0,03	0,03	0,04	0,08
1999	0,07	0,10	0,12	0,14	0,18
2000	0,12	0,17	0,20	0,23	0,31
2001	0,11	0,15	0,17	0,21	0,43
2002	0,40	0,53	0,62	0,73	1,06
2003	1,17	2,27	2,76	3,29	4,39
2004	2,07	3,10	3,65	4,27	5,85
2005	3,56	5,90	7,00	8,27	11,05
2006	4,49	6,11	7,15	8,38	11,89
2007	5,34	6,99	8,22	9,71	15,44
2008	9,46	13,23	15,55	18,33	27,36
2009	8,86	20,25	31,78	51,46	149,86
2010	10,48	31,63	57,83	113,46	502,11
2011	12,78	46,71	96,95	216,79	1219,26
2012	14,70	64,01	144,02	355,60	2184,30
2013	14,20	78,32	188,26	482,36	2643,34
2014	13,72	80,63	190,5	609,12	3102,38
2015	13,23	82,94	192,74	735,88	3561,42

Биомасса промыслового запаса баренцевоморского краба-стригуна опилио начиная с 1999 г. увеличилась на 4 порядка и в 2013-2015 гг. приблизилась к уровню 200 тыс. т. Однако производственный метод оценки промыслового запаса в настоящее время не позволяет дать точную оценку. Промысловая биомасса с вероятностью 95 % находится в пределах от 13 до 3561 тыс. т. В то же время медианная оценка выглядит весьма правдоподобно, если учесть, что для модели используют индексы съемки и рассчитывают уловистость такой съемки по отношению к расчетной абсолют-

ной биомассе. Например, расчетная биомасса в 2012 г. составила 144,02 тыс. т, тогда как индекс биомассы, по данным съемки в этот год, составил 37 тыс. т. Коэффициент уловистости донного трала по отношению к крабу-стригуну опилио при этом составляет 0,257. Такой коэффициент уловистости выглядит весьма правдоподобным и хорошо согласуется с результатами исследований этого параметра, рассчитанного для траловых исследований в нативных популяциях Дальнего Востока и в Северо-Западной Атлантике (Мирошников, 1988; An assessment of Newfoundland..., 2001).

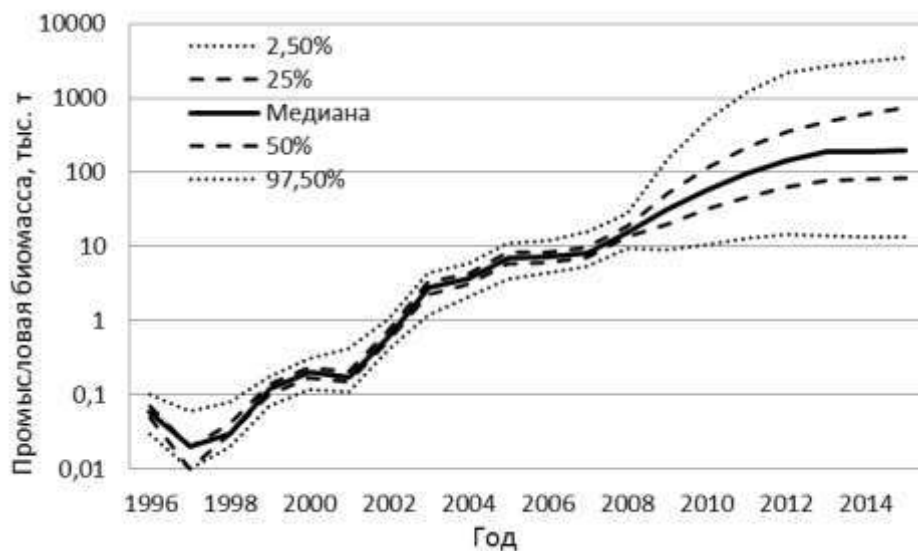


Рис. 96. Динамика промысловой биомассы краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 1996-2015 гг. (медианная оценка с 50 и 95 %-ными доверительными границами), тыс. т

Прогноз динамики запаса краба-стригуна опилио в Баренцевом море не может быть выполнен корректно в рамках продукционной модели без предположения о возможной величине емкости среды (K) после полной натурализации краба в Баренцевом море. Очевидно, что процессы натурализации краба-стригуна опилио в Баренцевом море весьма далеки от завершения, а промысловый запас не достиг своего максимума (K). Предположение о величине K можно сделать на основе прогноза дальнейшего расселения крабов этого вида с помощью моделей вероятностного распределения вида (Баканев, 2015).

Для построения распределений вероятности встречаемости краба по годам и прогноза его дальнейшего пространственного распространения была выбрана обобщенная линейная модель (general linear model – GLM), реализованная в пакете «biomod2» статистической платформы «R». Выбор модели, ее диагностика, а также оценка влияния переменных на результа-

ты моделирования осуществлены с помощью встроенных функций пакета «biomod2» 3.1 (URL: cran.r-project.org). В качестве факторов, описывающих вероятность встречаемости краба в каждом полигоне в период проведения съемок, использовали глубину, температуру воды и расстояние от центра расселения. При прогнозе потенциального ареала краба-стригуна опилио в Баренцевом море учитывали только глубину и температуру, а расстояние от центра расселения исключалось. При этом выполняли 3 варианта расчетов при разной температуре баренцевоморских вод: средне-многолетней за 2010-2014 гг., ниже среднемноголетней на 1 °С и выше среднемноголетней на 1 °С. Площадь распространения краба рассчитывали на акватории с вероятностью встречаемости краба более 50 %, т.е. в тех случаях, когда вид можно считать константным (Иоганзен, Файзова, 1978).

Полученные прогностические материалы дальнейшего расселения баренцевоморского краба-стригуна опилио показали, что долговременное изменение температуры может существенно влиять на распределение краба (рис. 97). В настоящее время ареал краба-стригуна опилио охватывает около 34 % площади Баренцева моря. Площадь распространения краба составляет 618 тыс. км². При сохранении температуры воды, которая наблюдалась в 2010-2014 гг., акватория встречаемости краба может увеличиться в два раза, при этом площадь распространения краба с вероятностью встречаемости более 50 % увеличится до 1237 тыс. км². Расширение ареала в этом случае произойдет за счет северных и северо-западных районов Баренцева моря (см. рис. 97Б). При похолодании придонных слоев воды на 1 °С акватория, занимаемая крабом-стригуном опилио, увеличится в 3 раза по сравнению с современным распределением (см. рис. 97В). Площадь распространения вида в таком случае может составить 1421 тыс. км². Похолодание Баренцева моря будет способствовать дальнейшей экспансии краба в западном направлении. При увеличении средней придонной температуры вод на 1 °С экспансия краба-стригуна опилио может замедлиться, а площадь распространения краба при его полной акклиматизации в Баренцевом море может составить 1019 тыс. км², т.е. на 20 % больше площади современного распределения.

Если допустить, что в ближайшие годы температурный режим Баренцева моря существенно не изменится, и площадь распространения краба-стригуна опилио увеличится до 1237 тыс. км², то промысловый запас этого вида может увеличиться в 2 раза и составить около 380 тыс. т, что может быть условно приравнено к его предельной величине (*K*). Полученная величина хорошо согласуется с предыдущей оценкой (*K*), выполненной на основе сравнительного анализа биологии и промысла краба-стригуна опилио на Большой Ньюфаундлендской банке (Баканев, Павлов, 2010). Преимущество такого сравнения заключалось в том, что донные

траловые съемки на Большой Ньюфаундлендской банке и в Баренцевом море проводят одним и тем же орудием лова (донный трал Sampelen 1800) с одинаковыми параметрами тралений. Предполагалось, что предельная плотность распределения краба-стригуна опилио в Баренцевом море может достичь максимальных плотностей, регистрируемых в отдельные годы в тех или иных районах Большой Ньюфаундлендской банки. Результаты сравнительной оценки показали, что емкость среды (K) на акватории распределения краба-стригуна опилио в Баренцевом море, по данным 2007-2009 г. равной 513 тыс. км², после его натурализации может составить порядка 200 тыс. т. При дальнейшем расселении и увеличении площади распределения краба в два раза, величина K может составить порядка 400 тыс. т, что близко к нашей текущей оценке K (380 тыс. т).

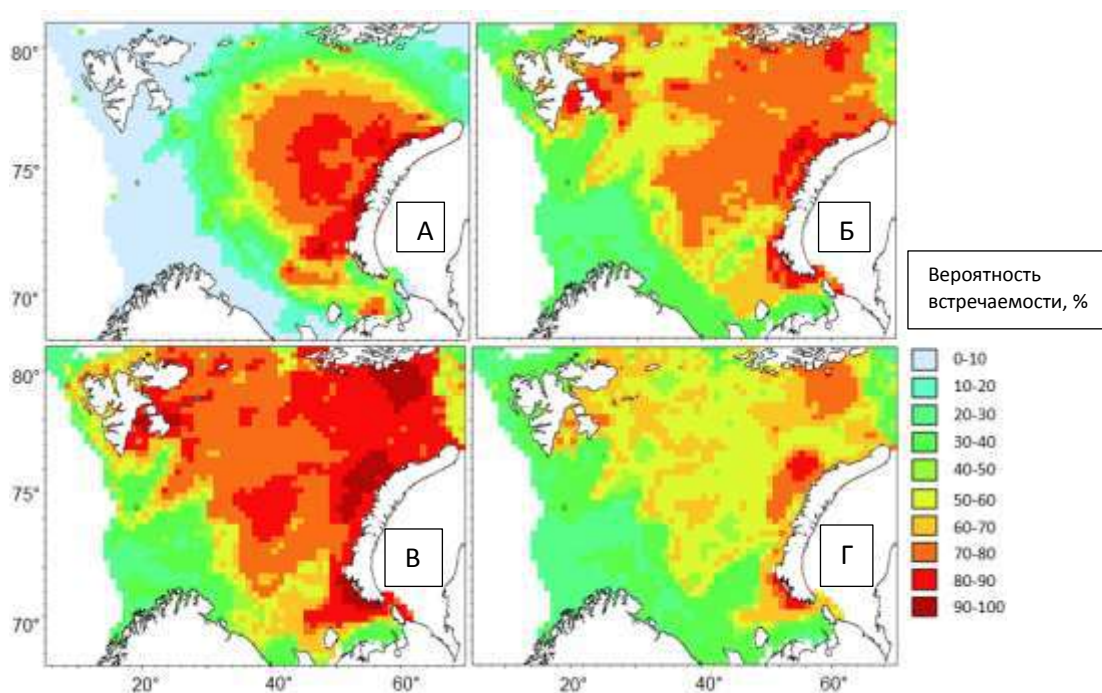


Рис. 97. Вероятность встречаемости краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2010-2014 гг. (А), а также прогноз распределения при температуре воды, равной среднееголетней (Б), ниже среднееголетней на 1 °С (В), выше среднееголетней на 1 °С (Г), %

Таким образом, динамика расселения краба-стригуна опилио в Баренцевом море с 1996 г. соответствует процессу акклиматизации и формирования новой популяции. За период исследований промысловый запас этого вида возрос на 4 порядка и составляет около 190 тыс. т.

Основным фактором, лимитирующим дальнейшее распространение баренцевоморского краба-стригуна опилио, может стать придонная температура воды на юго-западе моря. Однако потенциал дальнейшего расселения краба в Баренцевом море остается весьма высоким. Прогностические оценки показывают, что его ареал может увеличиться в 2 раза за счет севе-

ро-западных районов Баренцева моря и прибрежных акваторий архипелага Шпицберген. Похолодание будет способствовать дальнейшей экспансии краба в западном направлении и увеличению его численности в традиционных районах обитания. При потеплении придонных слоев вод Баренцева моря экспансия замедлится.

4.2. НАЧАЛО ПРОМЫСЛА КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

До настоящего времени промысел краба-стригуна опилио в Баренцевом море в ИЭЗ РФ не велся. В 2013 г. в ОЧБМ был начат международный промысел краба опилио, в котором участвовало 1 испанское, 2 норвежских и 2 российских судна.

Норвежскими судами «Kvitungen» и «Arctic Wolf 2» и испанским судном «Adexe Primo» в первый сезон промысла было выловлено более 600 т краба-стригуна опилио. Промысел осуществлялся конусными крабовыми ловушками японского образца. На каждом из норвежских судов находилось 1,5 и 2,5 тыс. ловушек соответственно. Ловушки выставляли порядками, в основном по 150 шт. в каждом. Расстояние между ловушками в порядке составляло около 30 м. На испанском судне использовалось около 1,6 тыс. ловушек. К сожалению, остальная информация по промыслу иностранными судами осталась недоступной для российских исследователей.

Промысел 2 российскими судами «Нортен Энтерпрайс» и «Салацгрива» в ОЧБМ осуществлялся с 28 ноября по 13 декабря 2013 г. (рис. 98). За этот короткий период двумя судами было поймано 62 т стригуна. Лов краба производился на глубинах 210-310 м. Застой ловушек составил от 1,4 до 5,0 сут.

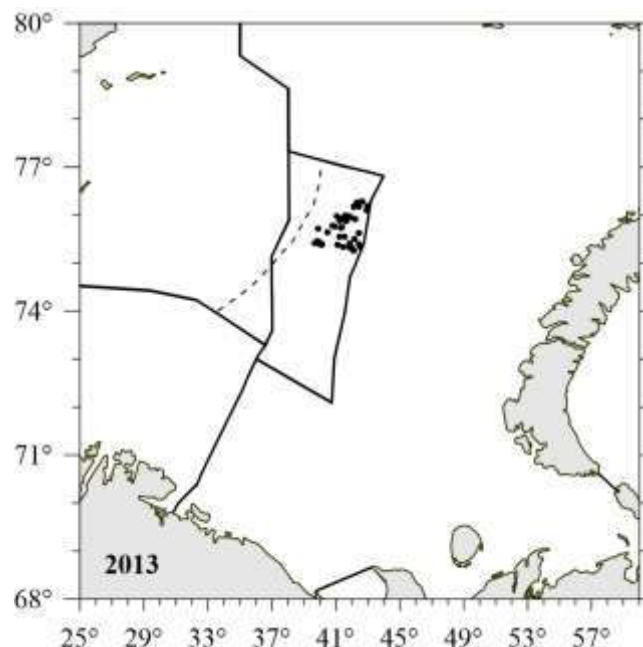


Рис. 98. Распределение промысловых усилий российских судов на промысле краба-стригуна опилио в ОЧБМ в 2013 г.

На судне «Нортен Энтерпрайс» использовали 300 прямоугольных каркасных ловушек американской конструкции, выставляемых порядками по 16-18 шт. в каждом. Уловы на ловушку у «Нортен Энтерпрайс» колебались от 13,6 до 67,7 кг, в среднем составляя 30,3 кг. Средняя суточная производительность этого судна составила 1930 кг сырой массы краба-стригуна опилио, что соответствует 1330 кг готовой продукции.

На судне «Салацгрива» работали 300 трапециевидными ловушками американской конструкции, выставляемыми порядками по 20 шт. в каждом. Уловы изменялись от 8,5 до 52,9 кг, в среднем составляя 22,7 кг на ловушку. Средняя суточная производительность находилась на уровне 2070 кг сырой массы (1404 кг готовой продукции).

Российские суда для изготовления продукции в основном использовали промысловых самцов с экзоскелетом (панцирем) 3-й межлиночной категории, реже – 3-й ранней категории. В уловах преобладали самцы с ШК 105-120 мм (более 60 %).

Суда вели промысел скоплений краба-стригуна опилио достаточно низкой плотности, так как эта ОЧБМ была освоена крабами лишь в начале второго десятилетия XXI в. На акватории, где в 2013 г. началась добыча краба, пополнение промыслового запаса в основном идет за счет миграций крупных самцов из северо-восточной части моря. Учитывая, что краб-стригун опилио является маломигрирующим видом (за год основная часть морфометрически зрелых самцов перемещается на расстояние от 2 до 80 км (Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003), районы первого года его промысла были слабо обеспечены сырьевой базой.

В 2014 г. промысел краба-стригуна опилио российскими судами продолжился, начавшись в апреле и осуществляясь в основном в северной части ОЧБМ (рис. 99).

На конец апреля 2014 г. в ОЧБМ сосредоточилось 13 судов (3 норвежских судна, 3 литовских, 1 испанское («Adexe Primerо») и 6 российских). К сожалению, промысловая информация с иностранных судов крайне скудна. Известно, что эти суда осуществляли добычу краба-стригуна опилио конусными крабовыми ловушками японского образца. При этом норвежские суда доставляли на берег живого краба, а на остальных иностранных судах изготавливали готовую варено-мороженую продукцию.

Среди российских судов, начавших промысел краба-стригуна опилио, были 2 судна типа СРТМ (с трапециевидными ловушками), 1 типа СТРА (с трапециевидными ловушками), 1 нестандартное, переделанное из трубовоза (с прямоугольными каркасными ловушками американской конструкции), и 2 японские рыболовные шхуны (с конусными крабовыми ловушками японского образца). Количество трапециевидных и прямоуголь-

ных ловушек колебалось от 600 до 700 шт. на судно. Ловушки выставлялись порядками по 18-20 шт. в каждом. Шхуны имели на борту по 3000 шт. конусных крабовых ловушек каждая.

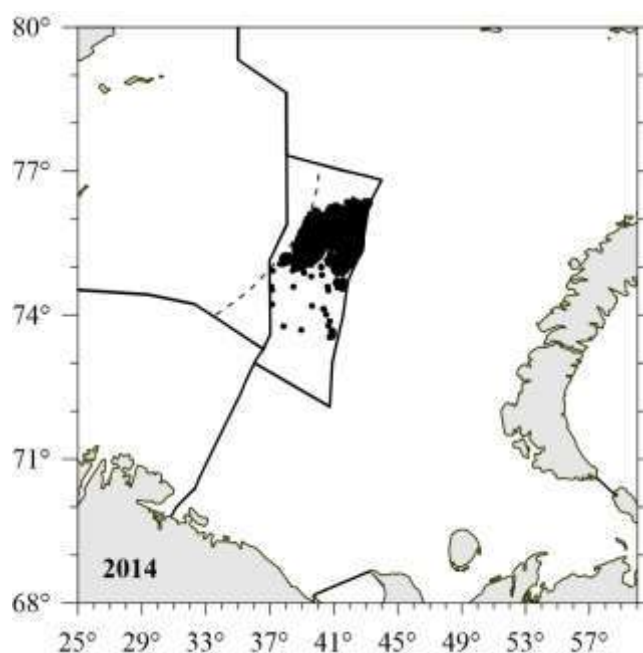


Рис. 99. Распределение промысловых усилий российских судов на промысле краба-стригуна опилио в ОЧБМ в 2014 г.

В 2014 г. количество всех российских судов, участвовавших в промысле краба-стригуна опилио, увеличилось до 12 ед., суммарно выставивших почти 790 тыс. ловушек (табл. 30).

Таблица 30

Характеристика российского промысла краба-стригуна опилио в ОЧБМ в 2014 г. (производительность указана для конусных ловушек)

Характеристика промысла	Месяц									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Всего
Вылов, т	27,4	437,0	576,5	765,9	614,8	454,3	422,7	344,8	460,7	4104,1
Кол-во судов на промысле	2	6	6	7	6	7	5	7	8	12
Кол-во ловушек, тыс. шт.	7,0	49,4	52,6	109,8	119,6	107,4	103,5	105,0	134,4	788,7
Средний вылов на судно-сутки лова, т	2,49	2,67	3,90	4,88	3,99	3,82	3,25	2,13	2,51	3,29
Производительность, кг/ловушку	3,95	7,25	7,80	5,35	4,33	4,11	3,70	3,28	3,43	4,80

В 2015 г. начиная с апреля в ОЧБМ был продолжен международный промысел краба-стригуна опилио, в котором участвовали суда Испании,

Норвегии, Литвы, Эстонии и России. По информации, собранной из различных источников, в ОЧБМ на конец апреля 2015 г. суммарно находились 26 краболовов. В апреле – мае 2015 г. количество российских судов, участвовавших в промысле, составило, как и в 2014 г., 12 ед.

По данным норвежских газет, на 15 апреля 2015 г. в норвежские порты была отгружена продукция из краба-стригуна опилио, вылов в сырой массе составил 2 тыс. т. Общий вылов всеми российскими судами на 1 июня 2015 г. превысил 3,5 тыс. т

Российский промысел краба-стригуна опилио в 2015 г. в основном распределялся от центральной части западной границы до северо-восточных пределов ОЧБМ (рис. 100).

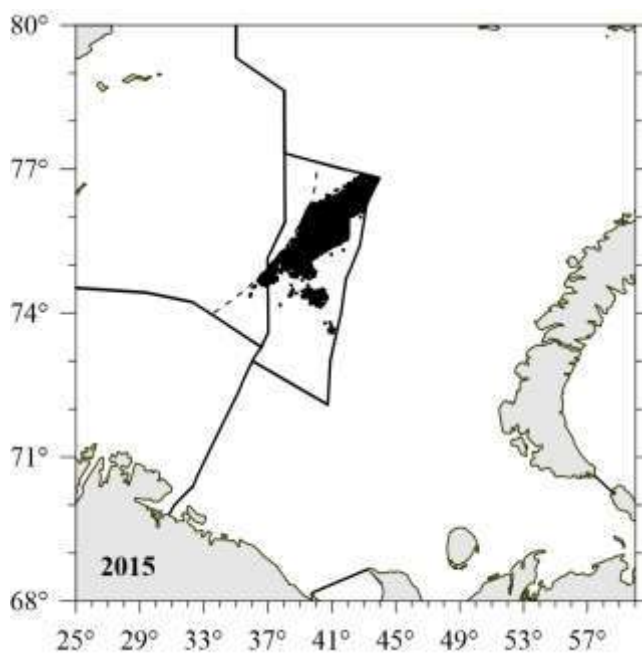


Рис. 100. Распределение промысловых усилий российских судов на промысле краба-стригуна опилио в ОЧБМ в 2015 г.

Российские специализированные краболовные суда, добывавшие краба-стригуна опилио в 2015 г., имели на борту 3 типа ловушек: конические, трапециевидные и прямоугольные. Большинство судов было оснащено конусными ловушками, позволившими за счет увеличения приложенных усилий увеличить отечественный вылов более чем в 2 раза по сравнению с уровнем 2014 г. (табл. 31).

В августе 2015 г. краб, пригодный для промышленной переработки (кондиционный, самцы в основном 3-й и – в меньшей мере – 3-й ранней и 3-й поздней категорий линьки с ШК 100 мм и более), составил в среднем 71 % самцов промысловой меры, а в сентябре его доля снизилась и достигла 60 % самцов промысловой меры. К концу августа 2015 г. уловы варьи-

ровали от 1,6 до 11,9 экз./ловушку и в среднем составили 4,7 экз./ловушку. В сентябре 2015 г. уловы колебались от 1,6 до 18,8 экз./ловушку, в среднем составляя 5,2 экз./ловушку. Наиболее плотные локальные скопления образовывал недавно перелинявший краб (2-й и 3-й ранней категорий линьки), непригодный для промышленной обработки. Распределение промыслового кондиционного краба в период промысла было в основном относительно равномерно разреженным.

Таблица 31

Характеристика российского промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море в 2013-2016 гг. (производительность дана для конусных ловушек)

Год	Кол-во судов на промысле, ед.	Кол-во суток на промысле	Кол-во ловушек, тыс. шт.	Производительность, кг/ловушку	Средний вылов на судосутки лова, т	Вылов ловушками всех типов, т
<i>ОЧБМ</i>						
2013	2	22	2,4*	-	2,82	62,0
2014	12	1153	788,7	4,80	3,29	4104,2
2015	20	3119	2894,7	3,07	2,85	8894,6
2016	18	2338	2489,8	2,49	2,65	6199,4
<i>ИЭЗ РФ</i>						
2016	5	178	91,7	12,49	8,43	1499,9

*Прямоугольные и трапецевидные ловушки.

Промысел 2015 г. показал увеличение промысловых усилий с российской стороны. Всего в течение года в добыче краба-стригуна опилио участвовали 20 судов, при их максимальной численности в июле – 15.

Международный вылов краба-стригуна опилио в ОЧБМ за весь период промысла с 2013 по 2015 г. представлен в табл. 32.

Таблица 32

Международный вылов краба-стригуна опилио в ОЧБМ в 2013-2015 гг., т

Год	Россия	Норвегия	Другие страны	Всего
2013	62	189	312*	563
2014	4104	1650*	2250*	8004
2015	8895	1500**	3800**	14195

*Экспертная оценка вылова.

**По данным газеты «FiskeribladetFiskaren» от 15 июля 2015 г.

Динамика производительности промысла краба-стригуна опилио в 2014-2015 гг. в ОЧБМ российскими судами, оперировавшими конусными ловушками (наиболее массовыми), показывает, что первоначальный пик производительности, достигнутый в мае – июне 2014 г. на «девственных»

скоплениях краба-стригуна, в дальнейшем сменился тенденцией уменьшения и стабилизировался на уровне 3-4 кг/ловушку. Увеличение количества ловушек в начале промысла в 2015 г. мало повлияло на производительность промысла. Характеристики промысла краба-стригуна опилю в 2014-2016 гг. в ОЧБМ российскими судами (наиболее массовыми) конусными ловушками представлены на рис. 101.

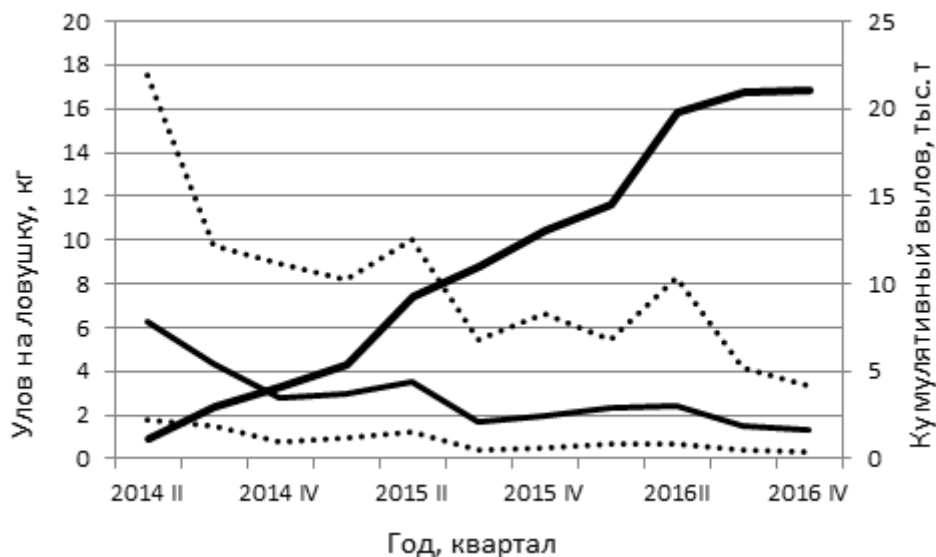


Рис. 101. Кумулятивный вылов (жирная линия) и динамика среднего улова на конусную ловушку (тонкая линия – медиана, пунктирные линии – границы 95 %-ного доверительного интервала) краба-стригуна опилю в 2014-2016 гг. в ОЧБМ

С начала января 2016 г. в ОЧБМ был продолжен международный промысел краба-стригуна опилю (рис. 102). Как и в предыдущие годы, промысловая информация с иностранных судов была также крайне ограничена.

В январе – июне 2016 г. в ОЧБМ работало до 18 российских судов. На конец июня вылов всеми российскими судами на этом участке Баренцева моря достиг 5,10 тыс. т. Эта величина почти идентична изъятию краба-стригуна опилю в такой же период 2015 г. (5,11 тыс. т) (рис. 103).

В первую половину 2016 г. в ОЧБМ промысел краба-стригуна опилю велся конусными ловушками на глубинах 100-331 м. Средний суточный улов составил 2,93 т, при вылове на ловушку в размере 2,8 кг. За этот период было выставлено значительное количество ловушек – 1,829 млн шт.

В конце апреля 2016 г. впервые начался российский промысел краба-стригуна опилю в ИЭЗ РФ Баренцева моря (см. рис. 102). Промышленная квота составила 1,51 тыс. т.

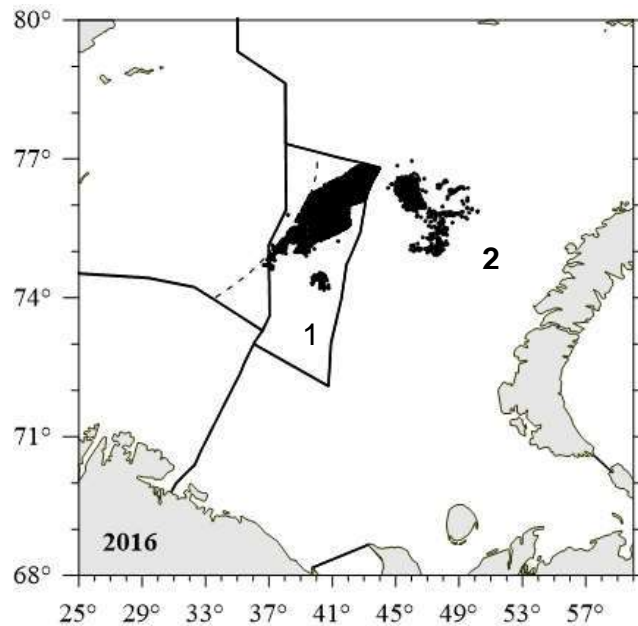


Рис. 102. Распределение промысловых усилий российских судов на промысле краба-стригуна опилио в ОЧБМ в январе – июне (1) и ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2016 г. в апреле – июне (2)

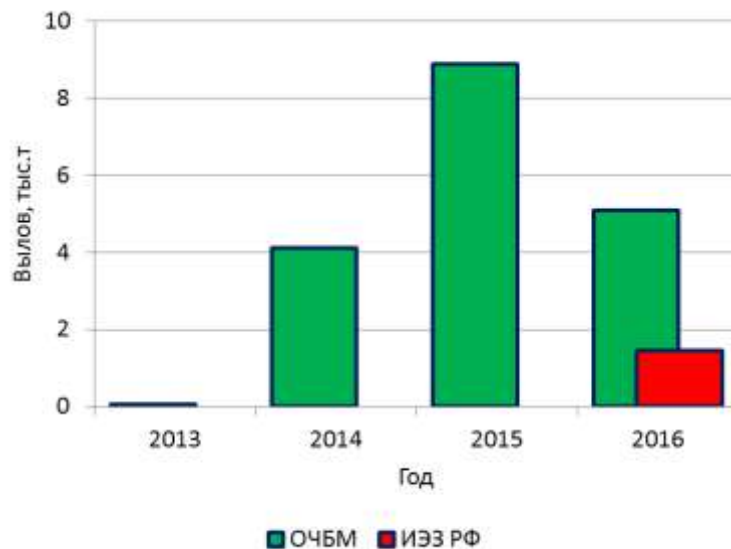


Рис. 103. Вылов краба-стригуна опилио российскими судами в ОЧБМ в 2013-2016 гг. (в 2016 г. в январе – июне) и ИЭЗ РФ Баренцева моря в 2016 г. (апрель – июнь)

В добыче краба участвовало 5 российских судов. Из них 1 судно типа СРТМ (оснащенное трапециевидными ловушками), 1 типа СТРА (с конусными крабовыми ловушками японского образца) и 3 нестандартных судна (процессоры), переделанные из трубовозов (в основном вооруженные конусными крабовыми ловушками японского образца, частично трапециевидными ловушками и прямоугольными каркасными ловушками американской конструкции).

Процессоры, которые в прежние годы традиционно работали прямоугольными ловушками, стали переходить на конусные ловушки. Причиной такого перевооружения послужило то, что тактика лова баренцевоморского краба-стригуна опилио показала более эффективную работу конусными крабовыми ловушками. При существующих плотностях скоплений краба использование этого типа орудий лова позволяет увеличенным количеством ловушек охватить большую акваторию поиска и промысла.

На судне типа СРТМ находилось 730 трапециевидных ловушек, которые выставлялись порядками по 20 шт. в каждом. На нестандартных судах количество конусных крабовых ловушек доходило до 5000 шт. Конусные ловушки с этих судов обычно выставлялись порядками по 150-200 шт.

Эффективность применения конусных ловушек подтверждает также тот факт, что в первой половине 2016 г. наибольший вылов краба-стригуна опилио, составивший около 955 т, был получен конусными ловушками. Трапециевидными ловушками было выловлено около 447 т, остальной вылов был получен прямоугольными ловушками.

Средний улов краба-стригуна опилио на 1 конусную ловушку в 2016 г. составил 12,2 кг, при суточном улове 8,7 т. Четыре судна находились на лове 110 сут, суммарно выставив 78 тыс. ловушек на глубинах 202-316 м.

Средний улов на 1 трапециевидную ловушку судна типа СРТМ составил 49,7 кг, при среднесуточной добыче 8,6 т. Судно находилось на промысле 47 сут, выставив 8,1 тыс. ловушек на глубинах 180-310 м.

Современное значение прямоугольных ловушек в промысле баренцевоморского краба-стригуна опилио незначительно. При среднесуточной добыче 8,6 т и средних уловах на 1 такую ловушку 26,1 кг было выставлено всего 2,6 тыс. ловушек.

В целом за период промысла баренцевоморского краба-стригуна опилио в ИЭЗ РФ в первой половине 2016 г. было выставлено около 90,1 тыс. ловушек всех 3 типов на глубинах 180-316 м. Промысел краба-стригуна опилио велся в юго-восточной части Возвышенности Персея и юго-западной части Новоземельской банки и продолжался всего 2 мес.

4.3. СТРУКТУРА УЛОВОВ НА ПРОМЫСЛЕ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Для оценки биологического и промыслового состояния баренцево-морского краба-стригуна опилио использованы данные наблюдателей ПИНРО на его промысле в 2013-2016 гг. (табл. 33).

Таблица 33

Объем материала по крабу-стригуну опилио, полученного наблюдателями в ходе российского промысла в Баренцевом море в 2013-2016 гг.

Год	Судно	Дата проведения рейса	Тип ловушек	Район работ	Кол-во ловушечных станций	Кол-во проанализированных крабов, экз.
2013	М-0251 «Нортерн Энтерпрайс»	25.11-16.12	Прямо- угольные	ОЧБМ	385	5733
2014	М-0393 «Салацгрива»	21.04-25.07	Трапеще- видные	ОЧБМ	638	13964
2015	З-0164 «Капитан Асауленко»	04.08-29.09	Конусные	ОЧБМ	1073	6019
2016	М-0389 «Никольский»	28.04-28.06	Трапеще- видные	ИЭЗ РФ	420	11841

Помесячная динамика размерного состава уловов краба-стригуна опилио в ОЧБМ, по результатам промысла в 2013-2015 гг., представлена на рис. 104.

Промысел в 2013 г. преимущественно проходил в северо-восточной части ОЧБМ. В период добычи в уловах прямоугольных ловушек преобладали самцы краба-стригуна с ШК 105-120 мм (см. рис. 104). Доминировали крабы с покровами 3-й ранней межлиночной категории с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. Самцы с покровами 3-й поздней категории и многочисленными обрастателями встречались штучно, и для выработки продукции не использовались.

Доля самок в уловах была небольшой и составляла 0,5 % от общего количества крабов, подвергнутых биологическому анализу. Среди самок преобладали особи с новой наружной икрой желтого цвета на 1-й стадии развития. Была обнаружена самка с бурой икрой на 2-й стадии, стадии «глазка». Размеры самок изменялись от 68 до 95 мм, преобладали особи с ШК 70-79 мм.

Среднее значение ШК самцов варьировалось в пределах 106-127 мм. Анализ зависимости средней ШК крабов в уловах от глубины постановки порядков ловушек показал положительную корреляцию между ними (0,70). Другими словами, с увеличением глубины постановки наблюдалось увели-

чение средней ШК крабов в улове. В декабре 2013 г. значительные уловы крупных особей краба-стригуна опилио наблюдались, как правило, на глубинах более 300 м.

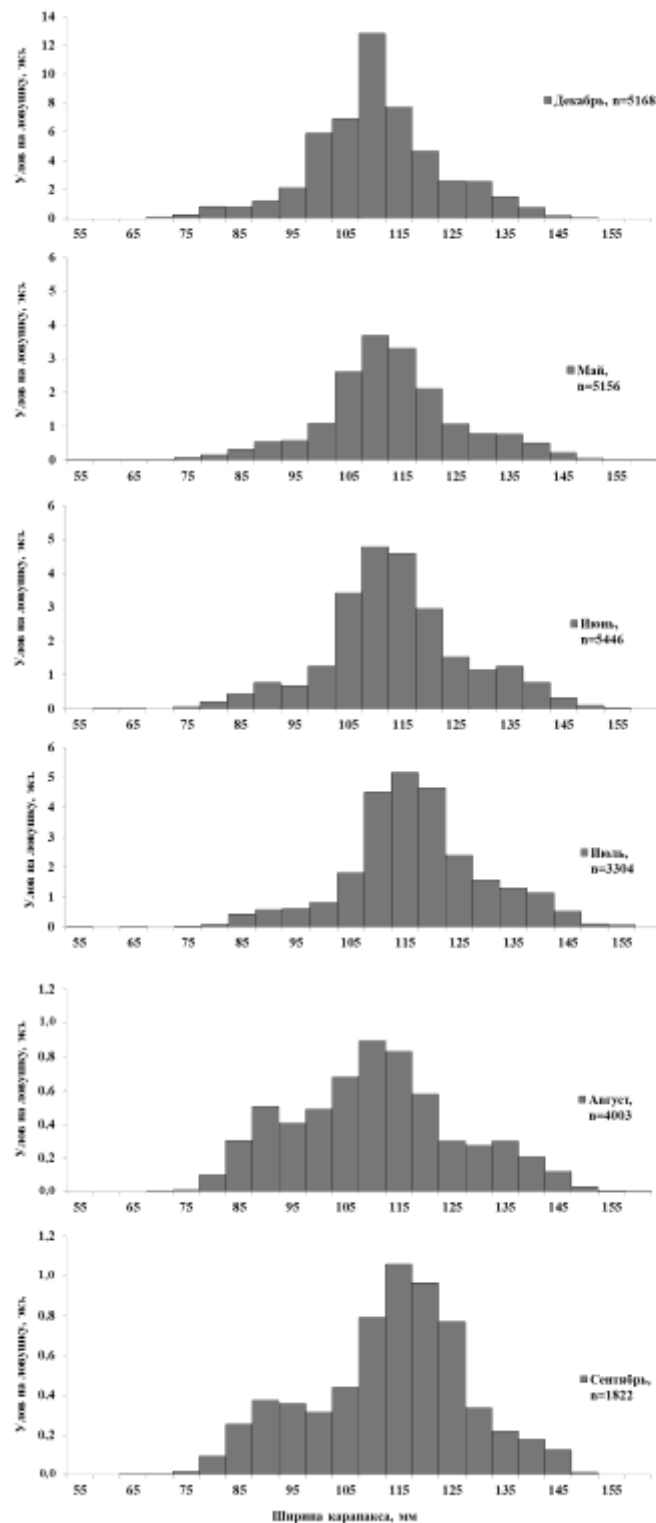


Рис. 104. Помесячная динамика размерного состава уловов краба-стригуна опилио в Баренцевом море, по результатам промысла 2013-2015 гг. (декабрь – прямоугольные ловушки, 2013 г.; май – июль – трапецевидные ловушки, 2014 г.; август – сентябрь – конусные ловушки, 2015 г.)

Средняя доля непромысловых крабов составила 9,1 %. Максимальная доля самцов непромысловых размеров в улове достигала 19,3 %, в то время как доля пойманных и затем (после сортировки улова на палубе) выпущенных живыми в среду обитания крабов составила 27,2 %. Это различие обусловлено причинами технологического характера. Процесс переработки мелкоразмерного краба (ШК 100-105 мм) более сложен, такие особи, как правило, имеют меньшее наполнение конечностей и дают меньший выход готовой продукции. Таким образом, в среду обитания возвращались особи как непромысловых, так и промысловых размеров с ШК 100-105 мм.

Промысловые самцы краба-стригуна опилио концентрировались преимущественно на западе акватории промысла. На востоке ОЧБМ уловы крабов всех размерных категорий были незначительны, а на юге наблюдалось повышенное количество мелкоразмерных особей.

Доля травмированных особей составила 10,5 % от общего количества проанализированных крабов-стригунов опилио. Анализ травм крабов показал, что только 14,8 % особей имели новые травмы, полученные при подъеме ловушки. Тем не менее, следует отметить, что при температуре воздуха ниже -8°C в случае, когда при передержке на фабрике часть крабов оказывалась на открытом воздухе, у многих особей начинали отпадать ходильные конечности. Вследствие того, что такие крабы не могли быть использованы для выработки продукции, это снижало эффективность работы судна.

Наибольшая доля особей со старыми травмами была отмечена на северо-востоке района работ (8,9 %) в ОЧБМ. Среди травмированных крабов преобладали особи с ШК 111-115 мм (25 %). Доля крупных (ШК >130 мм) крабов с травмами составила 13 %, непромысловых особей было травмировано 8,9 %. От общего количества крабов указанных размерных категорий доли травмированных особей составили 10,1 и 7,7 % соответственно. Другими словами, травмированность крупных особей крабов была несколько выше, чем мелких.

Относительно высокие значения уловов промысловых особей не всегда означают, что в данном районе промысел будет наиболее оптимальным. Так, на западе района работ в некоторых порядках присутствовало значительное количество малоразмерных особей. Улов таких крабов негативно влияет на общую производительность работы судна, повышая трудозатраты и снижая выход готовой продукции. В то же время средний или даже относительно небольшой улов крупных особей будет обработан быстрее и качественнее.

На юге, где уловы краба-стригуна опилио были достаточно велики, в большом количестве присутствовали мелкоразмерные особи. Северные и

северо-восточные участки ОЧБМ показывали низкую производительность лова крабов всех размерно-функциональных категорий.

Таким образом, в декабре 2013 г. наиболее оптимальными в промышленном отношении были западные и юго-западные участки обследованного района ОЧБМ.

В период промысла в мае 2014 г. уловы состояли из крабов-стригунов с ШК от 57 до 158 мм (см. рис. 104), средняя ШК которых была более 110 мм. Доля промысловых самцов от общего улова краба-стригуна опилио была на уровне 87 %, их средняя ШК составила более 113 мм.

Доля самок была менее 1 % от общего количества проанализированных крабов. Размеры самок колебались от 64 до 92 мм, преобладали особи с ШК 80-83 мм. Среди самок в уловах доминировали особи с новой наружной икрой оранжевого цвета. Всего 2 самки имели икру фиолетового цвета.

В уловах преобладали крабы-стригуны опилио с покровами 3-й межлиночной категории с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. Самцы с покровами 3-й поздней категории и многочисленными обрастателями встречались единично.

Доля травмированных особей с оторванными конечностями составила 32,9 % от общего количества проанализированных крабов. Из них около 7,3 % особей имели новые раны, полученные при подъеме ловушек. В соотношении оторванных конечностей по расположению на карапаксе (правая или левая) наблюдалось примерное равенство с небольшим преобладанием количества травм левых ног. Встречаемость крабов с оторванными первой и второй конечностями была наибольшей.

В июне 2014 г. ШК добытых самцов варьировала от 61 до 156 мм (см. рис. 104), средняя ШК краба составила около 114 мм. В уловах преобладали самцы промыслового размера (87,9 %), их средняя ШК составляла около 117 мм.

Доля самок была незначительной и составляла 1,1 % от общего количества проанализированных крабов. Размеры самок колебались от 61 до 94 мм, преобладали особи с ШК 76-77 мм и новой наружной икрой оранжевого цвета.

В уловах доминировали крабы-стригуны опилио с покровами 3-й межлиночной категории с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. В среднем заселение различными обрастателями составило 3,5 % площади карапакса.

В июле 2014 г. в уловах ловушек встречались особи с ШК от 56 до 157 мм, средняя ШК составила около 117 мм (см. рис. 104). Промысловые самцы составляли 90,7 % улова, их средняя ШК – 119,3 мм.

Прилов самок был менее 1 % от общего количества проанализированных крабов. ШК самок колебалась от 69 до 97 мм, с преобладанием особей с ШК 76-80 мм. Все самки имели новую икру оранжевого цвета.

В это время в уловах доминировали крабы с покровами 3-й межлиночной категории с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. Обрастаниям было подвержено 44,8 % особей.

Доля травмированных особей с оторванными конечностями составила более 32 % от промеренных. Количество новых ран, полученных при подъеме ловушек, прямо зависело от общей производительности лова и варьировало от 7,3 % в мае до 12,5 % в июле. В соотношении оторванных конечностей по расположению на карапаксе (правая или левая) наблюдалось примерное равенство с небольшим преобладанием количества травм левых ног. Встречаемость крабов с оторванными первой и второй конечностями была наибольшей.

В августе 2015 г., в период промысла, уловы состояли из крабов-стригунов опилю с ШК от 70 до 153 мм, средняя ШК которых составила около 109 мм. Доля промысловых самцов от общего улова была на уровне 72 %, их средняя ШК – более 116 мм.

Прилов самок составил 2 % от общего количества проанализированных крабов. Размеры самок колебались от 56 до 95 мм, преобладали особи с ШК 80-83 мм. В уловах встречались особи с икрой разных оттенков оранжевого цвета.

Доминировали крабы с покровами 3-й межлиночной категории (65,8 %) с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. Краб с мягким панцирем во 2-й категории линьки составил 6,9 % промера, в 3-й ранней категории со слабым наполнением конечностей – 14,3 %, в 3-й поздней категории – 11,5 %.

Доля травмированных особей с оторванными конечностями составила 32,9 % от общего количества проанализированных крабов. Встречаемость старых ран была наибольшей – 95 %, доля новых ран, полученных при извлечении улова из ловушек, составила 4,5 %.

В соотношении количества оторванных ног среди правых и левых конечностей краба наблюдалось примерное равенство с небольшим преобладанием количества травм левых ног. Встречаемость крабов с оторванными первой и второй конечностями была наибольшей.

В сентябре 2015 г. уловы состояли из крабов с ШК от 66 до 158 мм, средняя ШК краба осталась примерно на прежнем уровне – 114,4 мм. Доля промысловых особей от общего улова самцов увеличилась до 82 %, их средняя ШК также увеличилась, составив 119 мм.

Как и ранее, в уловах доминировали крабы с покровами 3-й межлиночной категории (58 %) с незначительным количеством организмов-

обрастателей на панцире. Стало несколько больше попадаться особей, имеющих мягкий панцирь. Так, краб с мягким панцирем во 2-й категории линьки составил 11,7 % промера, в 3-й ранней категории – 22,4 %, в 3-й поздней категории – 7,3 %.

Доля особей с язвами на конечностях в течение рейса варьировала незначительно и составляла примерно 7-8 % от количества исследованных крабов при средней площади язв 0,5-0,7 см².

Во второй декаде сентября 2015 г. в целях сбора данных о размерно-массовой структуре промысловых особей краба-стригуна опилио выполняли промер и взвешивание краба, отобранного для промышленной обработки (из накопителя). Всего определена масса 122 промысловых особей. Средняя ШК промеренного краба составила 120,6 мм, средняя масса – 782 г.

Доля самок уменьшилась, составив 0,3 % от общего количества пойманных и проанализированных крабов. Среди десяти промеренных самок присутствовали особи размером от 76 до 91 мм. Встречались самки с икрой различных оттенков оранжевого цвета. Ярко-оранжевая новая икра отмечалась у молодых самок, как правило, с чистым карапаксом и небольшим количеством травм.

Промысловый кондиционный краб, пригодный для промышленной переработки, в августе 2015 г. составил 71 % от количества самцов промысловой меры, или 51 % от всего улова, уменьшившись к сентябрю 2015 г. до 60 и 49 % соответственно.

В 2016 г. впервые был начат отечественный промысел краба-стригуна опилио в ИЭЗ РФ.

В мае 2016 г. в районе Новоземельской банки уловы трапециевидными ловушками состояли из крабов с ШК от 53 до 154 мм, средняя ШК которых была около 110,5 мм. Доля промысловых самцов от общего улова краба-стригуна была на уровне 74 %, их средняя ШК составила около 119 мм.

В уловах доминировали крабы с покровами 3-й межлиночной категории (57,9 %) с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. Самцы с покровами 3-й поздней линочной категории составили 27,4 % промера, особи 4-й линочной категории – 2 %. Попадание в ловушки крабов с покровами 2-й линочной категории было случайным, всего отмечено 2 особи.

Доля травмированных особей с оторванными конечностями была достаточно высокой, сопоставимой с ранее наблюдаемой в ОЧБМ, и составила 42,6 % от общего количества проанализированных самцов. Преобладали старые раны (63,2 % от количества всех обнаруженных). Встречаемость новых ран, полученных при извлечении улова из ловушек, была относи-

тельно невысокой (6,2 %). Остальные 0,6 % составили особи с регенерирующими конечностями. В соотношении количества оторванных ног среди правых и левых конечностей краба наблюдалось примерное равенство с небольшим преобладанием количества травм левых ног.

Прилов самок краба-стригуна опилио был достаточно высок и составил 5,3 % от общего количества проанализированных крабов. ШК самок колебалась от 53 до 97 мм, среди них преобладали особи с ШК 75-81 мм. В уловах доминировали (86,8 %) особи с икрой разных оттенков оранжевого цвета. Встречаемость самок с икрой фиолетового и бурого цвета составила 3,8 %, яловых – 2,8 %, с пустыми оболочками от икринок – 6,3 %.

В июне 2016 г. ШК исследованных крабов варьировала от 61 до 157 мм, средняя ШК краба осталась на том же уровне, составив 110,9 мм.

Доля промысловых самцов от общего улова краба-стригуна опилио увеличилась по сравнению с уровнем мая 2016 г., достигнув 79 %, их средняя ШК изменилась незначительно, составив около 117 мм.

В уловах по-прежнему доминировали самцы с покровами 3-й межличной категории (62,4 %) с незначительным количеством организмов-обрастателей на панцире. Доля особей с язвами на конечностях в течение рейса варьировала незначительно и составляла около 15 % от количества исследованных крабов при средней площади язв 0,5-0,6 см².

Почти на 10 % сократился улов крабов с оторванными конечностями, составив 32,9 % от общего числа проанализированных самцов.

Прилов самок уменьшился до 3,2 % от общего количества крабов, подвергнутых биологическому анализу. Всего было промерено 135 особей. ШК колебалась от 61 до 96 мм. Встречались особи с икрой различных оттенков оранжевого (96,3 %) цвета, реже фиолетового и бурого (2,2 %). Ярко-оранжевая новая икра встречалась у молодых самок, как правило, с чистым карапаксом и небольшим количеством травм.

Первого числа каждого месяца выполнялся промер и взвешивание краба из одиночных ловушек. Исследовали всех крабов, включая промысловых самцов и особей с оторванными конечностями. Всего определена масса 480 экз. самцов. Средняя ШК промеренного краба в мае 2016 г. составила 116,3 мм, в июне 2016 г. – 114,4 мм, средняя масса – 674,3 и 635,8 г соответственно.

4.4. ВЛИЯНИЕ ДОННОГО ТРАЛОВОГО ПРОМЫСЛА НА БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

В районах современного распределения баренцевоморского краба-стригуна опилио российскими рыбаками ведется традиционный круглогодичный донный траловый промысел трески, пикши, морской камбалы и креветки. При этом в наибольшей степени затронуты участки, расположенные к югу от 72° с.ш. и к западу от 50° в.д. (рис. 105).

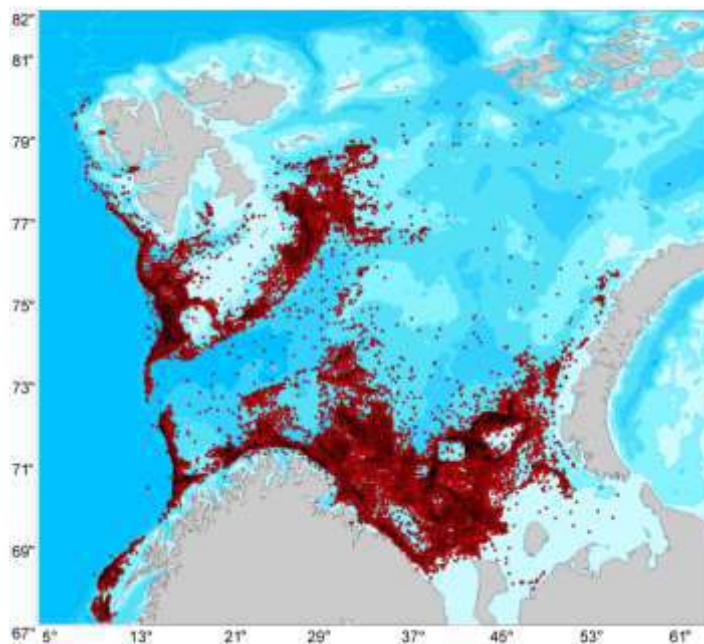


Рис. 105. Ежегодное распределение позиций российских донных тралений в Баренцевом море и сопредельных водах на примере 2005 г. (Lyubin, Anisimova, Manushin, 2011)

Такой традиционный промысел затрагивает все бентосное сообщество (Lyubin, Anisimova, Manushin, 2011), в том числе краба-стригуна опилио, чье существование (за исключением краткого личиночного периода) тесно связано с грунтом.

Воздействие донного тралового промысла на этот вид крабов имеет две составляющих. Во-первых, грунтотр, кабели и доски трала повреждают крабов непосредственно на грунте во время траления; во-вторых, некоторое количество крабов попадает в устье и затем в мешок трала, образуя прилов, поднимаемый на борт рыболовного судна. Как правило, такой прилов не используется для выработки продукции. Пойманные крабы после сортировки улова на палубе в живом виде возвращаются в среду своего обитания. Несомненно, некоторая часть крабов, подвергшихся воздействию донного тралового промысла, повреждается и гибнет.

Оценка величины скрытой промысловой смертности краба-стригуна опилио сопряжена со многими неопределенностями. Вместе с тем исследователями крабов Берингова моря отмечено, что около 80 % от числа отсортированных и выброшенных из траловых уловов крабов-стригунов погибает (Siddeek, 2003). Непосредственная работа донного трала привносит скрытую промысловую смертность для крабов-стригунов не менее 9,7 % (Hammond, Conquest, Rose, 2013). При этом отмечено, что смертность, причиняемая крабам грунтопом, почти вдвое выше, чем смертность, причиняемая кабелями.

Необходимо отметить, что попаданию в трал и последующим выбросам подвергаются почти исключительно крупные самцы промысловых размеров, препятствующих их отсеиванию ячеей. В ходе донного траления дополнительная смертность причиняется крабу-стригуну опилио всех размерно-возрастных категорий.

О достаточно высокой уловистости тралящими орудиями лова и, как следствие, высокой уязвимости этого нового вида баренцевоморских ракообразных к донному траловому промыслу свидетельствует тот факт, что первая подтвержденная поимка краб-стригуна опилио в Баренцевом море в 1996 г. была осуществлена в ходе траловой съемки северной креветки (Кузьмин, Ахтарин, Менис, 1998). Российские промысловики, добывающие треску, пикшу, морскую камбалу и северную креветку на востоке Баренцева моря, начали отмечать краба-стригуна в уловах донных тралов с 2007 г.

Материалом для исследования послужили данные ПИНРО, собранные наблюдателями на отечественном донном траловом промысле в восточной части Баренцева моря в 2007-2015 гг.

Основными районами, где в последние годы прилавливался краб-стригун опилио, являются участки восточной части Баренцева моря: Вайгачский и Колгуевский районы, Северная и Южная части Новоземельского мелководья, Канино-Колгуевское мелководье и его Северный склон, Северо-Канинская банка, Северный, Западный и Южный склоны Гусиной банки, Мелководье Гусиной земли, Мурманское мелководье, Возвышенность Персея, Центральная возвышенность, Центральный желоб, Новоземельская банка, районы архипелага Земля Франца-Иосифа, мыса Желания, полуострова Адмиралтейства, Сухого Носа (рис. 106).

В период с 2007 по 2015 г. наибольший зарегистрированный прилов краба-стригуна опилио за одно промысловое траление составил 128 кг и был получен на стыке северной части Новоземельского мелководья и Новоземельской банки.

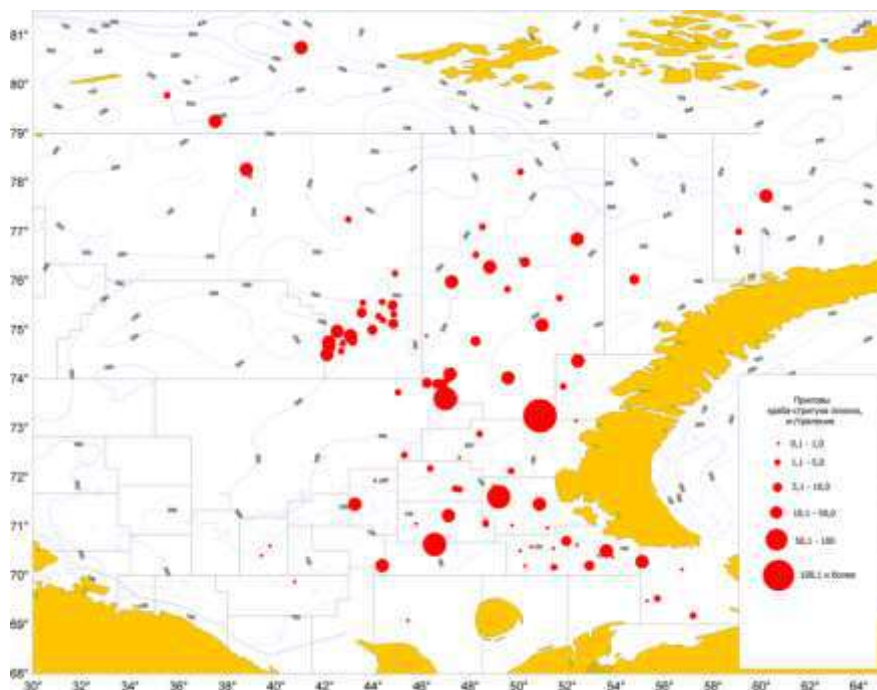


Рис. 106. Приловы краба-стригуна опилио донными тралями в ходе российского промысла в восточной части Баренцева моря в 2007-2015 гг., кг/траление

В уловах донными тралями в восточной части Баренцева моря в 2007-2015 гг. краб-стригун опилио встречался в диапазоне глубин от 27 до 558 м (рис. 107). Преимущественные глубины тралений с приловом ракообразных этого вида составили 50-350 м. При этом отмечены 2 диапазона глубин, на которых приловы *C. opilio* были наибольшими – 51-100 и 251-300 м.

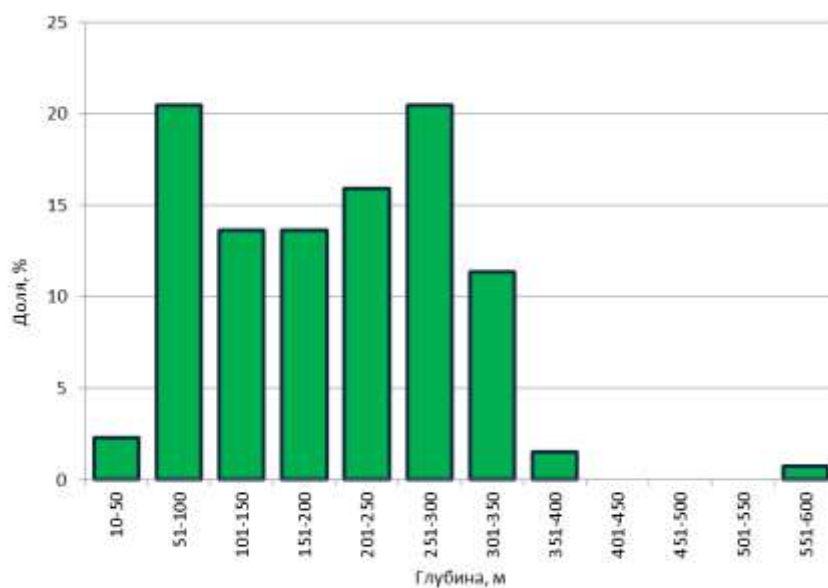


Рис. 107. Встречаемость краба-стригуна опилио в уловах донными тралями в ходе российского промысла в восточной части Баренцева моря в 2007-2015 гг., %

Начиная с 2010 г. встречаемость этого вида прилова увеличивалась и в 2012 г. достигла своего максимума (рис. 108). Дальнейшее уменьшение встречаемости сопровождалось возрастанием доли краба-стригуна опилио в общей массе улова в 2014-2015 гг.

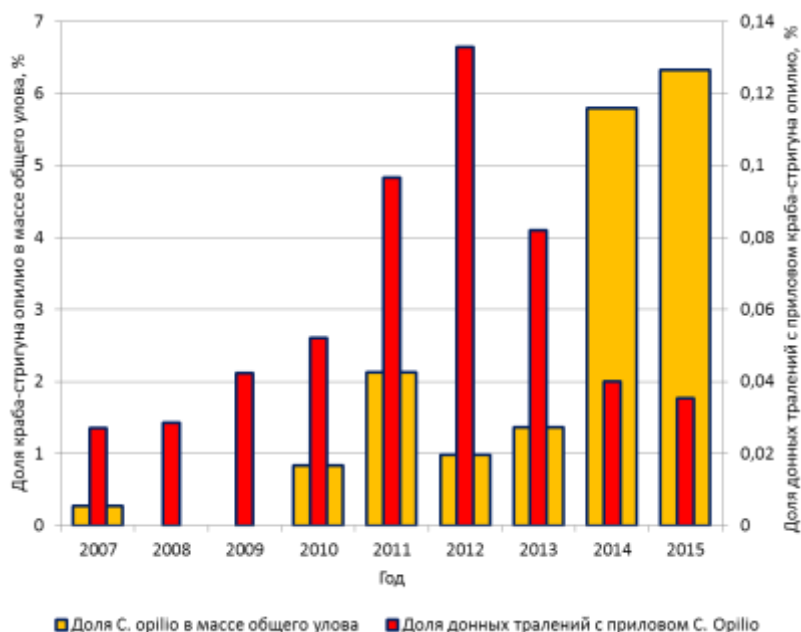


Рис. 108. Динамика встречаемости краба-стригуна опилио в уловах донными тралями в восточной части Баренцева моря в 2007-2015 гг.

Отмеченная динамика зависит от множества факторов, среди которых главными являются количество донных тралений, выполненных в том или ином локальном районе моря, а также численность краба-стригуна опилио в местах ведения донного тралового промысла. Учитывая относительное постоянство ежегодно в 2007-2015 гг. выполняемых донных тралений на востоке Баренцева моря (около 17 тыс. тралений в год), а также основываясь на слабой миграционной активности краба-стригуна опилио, можно предположить, что его изъятие донным траловым промыслом увеличивалось с 2007 по 2012 г. и оставалось достаточно стабильным в 2013-2015 гг.

Анализ динамики уловов краба-стригуна опилио на 1 ч донного траления в восточной части Баренцева моря в период с 2007 по 2015 г. показал более чем 20-кратное увеличение этой величины с 2007 по 2009 г., дальнейшую относительную стабилизацию в 2009-2012 гг. и увеличение с 2013 по 2015 г. В 2015 г. средняя величина прилова этих крабов на 1 ч донного траления в восточной части Баренцева моря составила около 20 кг.

Результаты расчета величины ежегодного прилова краба-стригуна опилию донными тралами российскими рыбаками в 2007-2015 гг., выполненного по методике, основанной на анализе видового состава уловов (Шевелев, Соколов, 1997), указали на постепенный и постоянный рост массы прилова *S. opilio* в эти годы (рис. 109). Расчетное ежегодное изъятие краба-стригуна опилию на донном траловом промысле в середине второго десятилетия XXI в. составляло 1,0-2,5 тыс. т.

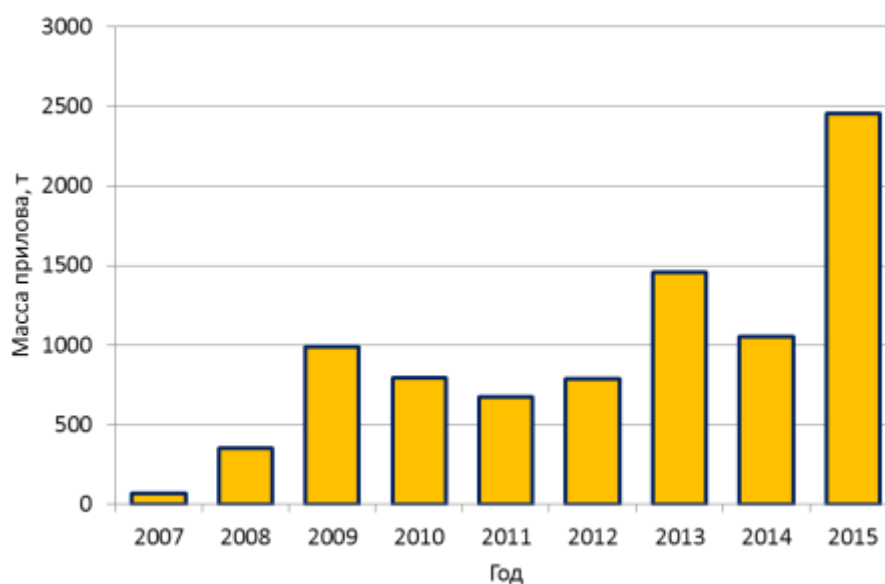


Рис. 109. Расчетные приловы краба-стригуна опилию донными тралами в восточной части Баренцева моря в 2007-2015 гг.

Такие приловы в основном состояли из крупных самцов крабов, которые в подавляющем большинстве случаев были возвращены в среду обитания.

Отмеченная динамика расчетных приловов и доли краба-стригуна в массе общего улова в 2007-2015 гг. косвенно указывает на продолжающееся увеличение численности и биомассы этого вида в районах осуществления традиционного тралового промысла донных рыб.

Современный уровень и динамика упомянутых показателей также свидетельствуют о том, что приловы краба-стригуна опилию пока не препятствуют ведению такого промысла. Вместе с тем ожидаемый будущий рост запаса *S. opilio* и сопровождающего его вылова могут привести к необходимости разработки для востока Баренцева моря новых мер регулирования как тралового промысла донных рыб, так и ловушечного промысла краба-стригуна опилию. Необходимость дополнительного регулирования проистекает из различий применяемых орудий лова. Выставляемые порядки донных ставных ловушек создают препятствие работе донным

тралом и, напротив, донные траления неизбежно повреждают порядки ловушек, располагающиеся на их траекториях.

Среди возможных будущих мер регулирования наиболее рациональными могут быть пространственное ограничение районов как тралового, так и ловушечного лова, сезонное разделение промысла краба-стригуна опилио и донных рыб.

Снижению траловых приловов и скрытой промысловой смертности краба-стригуна опилио может эффективно способствовать совершенствование конструкций донных тралов. Так, модификация грунтропа, выраженная в замене бобинцев на диски, способна снизить смертность крабов почти вдвое (Hammond, Conquest, Rose, 2013).

4.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

Начиная с 2013 г. суда Северо-Западного рыбопромышленного консорциума, наряду с краболовами Дальнего Востока, Литвы, Норвегии и Испании, ведут активный промысел и переработку краба-стригуна опилио в центральной части Баренцева моря.

Основными видами выпускаемой продукции являются традиционные для рынков Европы и Азии сыро- и варено-мороженые комплекты конечностей в панцире (рис. 110).



Рис. 110. Комплекты сыро- (А) и варено-мороженых (Б) конечностей в панцире краба-стригуна опилио Баренцева моря

Технологическая схема производства сыро- и варено-мороженых комплектов конечностей в панцире краба-стригуна опилио, используемая на судах Северного бассейна и Дальнего Востока, приведена на рис. 111.

Описание технологической схемы. После подъема крабов на борт судна проводят сортировку полученного улова. Для производства продукции используют промысловых самцов с ШК не менее 100 мм, находящихся в 3-й межклиночной категории. Самцов непромыслового размера, самок, линялых крабов, с потемнением или повреждением панциря, известковыми обрастаниями, отсутствием конечностей или наличием восстановленных, а также с плохим наполнением конечностей мясом в живом виде выпускают в море.

Наполнение конечностей мясом определяют методом пальпации. Для этого поочередно сжимают в руке толстый членик ходильных конечностей. При слабом наполнении панцирь легко продавливается из-за отсутствия упругости мышечных волокон. В спорных случаях производят варку и поперечный распил толстого членика ходильной конечности.

Наполнение конечностей мясом определяют визуально, используя планшет-карту. Наполнение мясом должно составлять не менее 80 % (рис. 112).

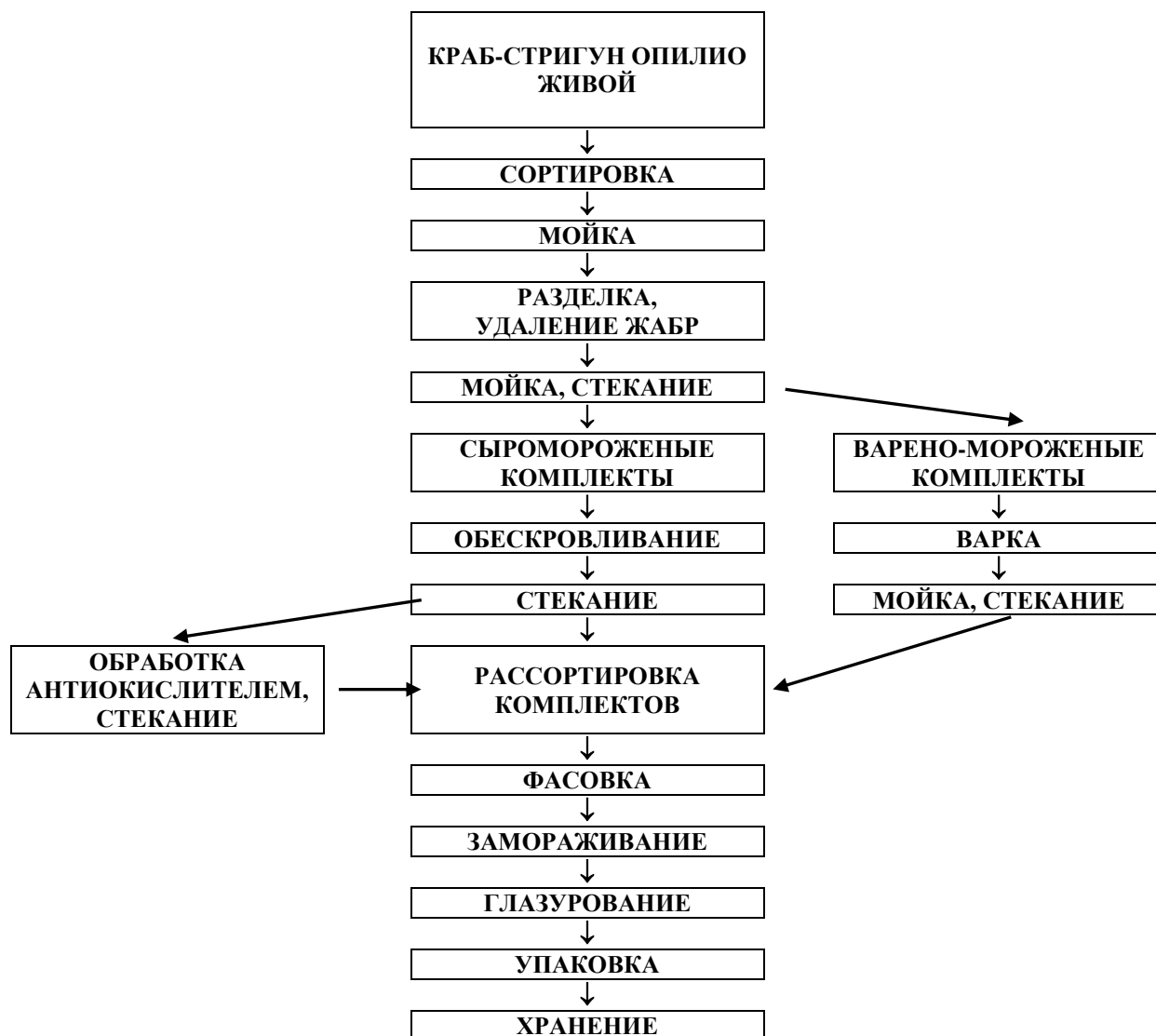


Рис. 111. Технологическая схема производства сыро- и варено-мороженых комплектов конечностей в панцире краба-стригуна опилио Баренцева моря

Разделку производят следующим образом: краба кладут на специальное приспособление в виде широкого, вертикально установленного металлического ножа и, резким движением вниз, разламывают грудную перегородку пополам с отделением конечностей от карапакса. Жабры и внутренности зачищают при помощи специальных щеток.

Комплекты конечностей, предназначенные для выпуска варено-мороженой продукции, промывают от остатков внутренностей и направляют на варку в кипящей морской воде при соотношении крабов и воды по массе 1:3 в течение 15-20 мин с момента повторного закипания. После вар-

ки комплекты охлаждают морской водой до температуры 20-30 °С, промывают от белковой накипи, выдерживают для стекания излишней влаги и направляют на взвешивание и рассортировку по категориям. На судах, производящих варено-мороженую продукцию рассольного замораживания, рассортировку по категориям производят до варки.

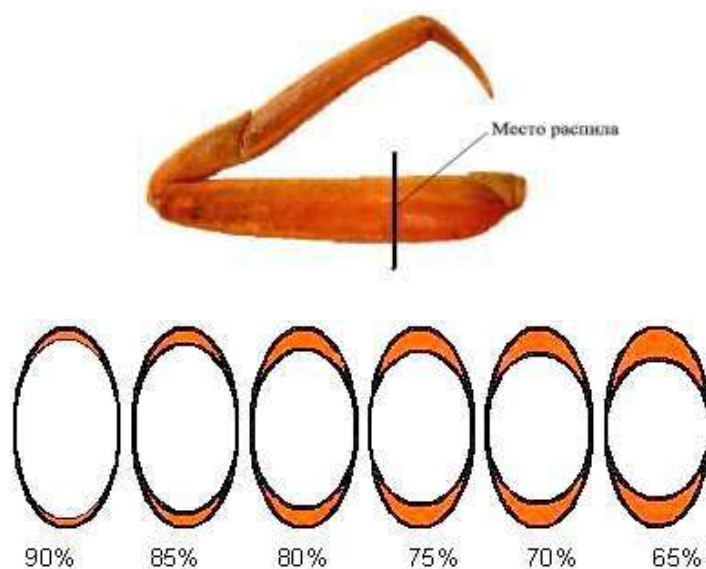


Рис. 112. Планшет-карта наполнения мясом конечностей краба-стригуна опилио Баренцева моря

Категории, применяемые изготовителями крабовой продукции Дальнего Востока и Кореи, приведены в табл. 34.

Таблица 34

Категории комплектов конечностей краба-стригуна опилио

Категория	Масса комплекта, г
5L	400 и более
4L	350-399
3L	300-349
2L	250-299
L	200-249
M	150-199
H	150 и более

В категорию «Н» отсортировывают комплекты с механическими повреждениями, отсутствием одной или нескольких конечностей.

Отсутствие четвертой неразвитой конечности не считается дефектом для всех категорий.

В соответствии с требованиями заказчика может производиться рассортировка на другие весовые категории.

Технологическая схема изготовления сыромороженой продукции имеет свои особенности. Высокая скорость протекания посмертных изменений, возникновение почернения панциря и мяса краба-стригуна при производстве сыромороженой продукции, обуславливают необходимость применения дополнительных способов обработки.

Важной является операция обескровливания, которую производят путем погружения комплектов в проточную морскую воду на 40 мин. В технологических схемах, предусматривающих обработку антиокислителем, после операции обескровливания производят кратковременное погружение комплектов в водный раствор оксинона.

Замораживание крабовой продукции производят воздушным или рассольным способом в зависимости от используемого технологического оборудования.

Воздушное замораживание производят в морозильных камерах при температуре $-35...+40$ °С в течение 3-4 ч до достижения температуры в толще продукта ниже -18 °С. При рассольном способе замораживание производят в растворе поваренной соли плотностью $1,2$ г/см³, охлажденном до температуры -18 °С в течение 40-50 мин.

После замораживания продукцию подвергают глазированию в чистой пресной воде с температурой $2-3$ °С, упаковывают в картонные ящики и направляют на хранение. Хранят сыромороженую продукцию при температуре не выше -18 °С не более 6 мес. с даты изготовления, варено-мороженую – до 18 мес.

4.6. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Вовлечение в сферу промышленного использования новых для промысла гидробионтов – актуальная задача развития рыбохозяйственного комплекса страны. Для Северного рыбохозяйственного бассейна дополнительную сырьевую базу рыболовства составляют малоизученные и перспективные для освоения беспозвоночные Баренцева моря. Краб-стригун опилио является одним из таких объектов. В связи с этим важное значение имеет детальное изучение химического состава и биохимических особенностей его органов и тканей в целях определения направлений рационального использования этого ценного биоресурса.

Материалом для исследования послужили крабы *C. opilio*, выловленные в декабре в центральном районе Баренцева моря (Южный склон Гусиной банки) и в августе в северо-восточном районе (Новоземельская банка).

Сбор материала проводили в научно-исследовательских экспедициях ПИНРО. Животных вылавливали, замораживали в неразделанном виде до температуры не выше $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ и направляли на исследование в лабораторию.

Размерно-массовый состав определяли по методическим рекомендациям ВНИРО (Технохимическое исследование рыбы..., 1981).

Содержание воды, белков, липидов и золы выполняли по стандартным методам (ГОСТ 7636-85, 1985). Содержание общего азота оценивали с использованием системы автоматического определения азота/белка методом Кьельдаля на анализаторе «Kjeltec»TM 8400 фирмы «Foss Tecator».

Аминокислотный состав белков определяли методом хроматографического разделения модифицированных с помощью ОФА – ортофталевого альдегида (англ. ОРА) и β -меркаптоэтанола аминокислот. Разделение производных аминокислот осуществляли на хроматомасс-спектрометрической системе LCMS-QP8000 фирмы «Shimadzu» (Япония) с использованием обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографии на колонке «Supelkosil»TM LC-18 (30 см \times 4 мм) 5 мкм.

После высушивания и обезжиривания исследуемого образца в аппарате Сокслет диэтиловым эфиром проводили гидролиз белка классическим методом 6 М соляной кислотой при температуре 110-120 $^{\circ}\text{C}$ (24 ч). В целях минимального разрушения треонина, серина, метионина и триптофана дополнительно проводили гидролиз в смеси 6 М соляной и пропионовой кислот (1:1) при температуре 110 $^{\circ}\text{C}$ (24 ч).

Фракционный состав липидов исследуемых объектов определяли методом одномерной тонкослойной хроматографии (Руководство по современной..., 1994). Липиды экстрагировали по методу Блайя-Дайэра, затем

разделяли на пластинах фирмы «Merck» в системе растворителей: для общих липидов – гексан, эфир и уксусная кислота в пропорциях (по объему) 45:10:5, для фосфолипидов – бутанол, этанол и вода в соотношении (по объему) 25:5:20. Пятна липидных фракций на пластинах проявляли 50 %-ной серной кислотой, сканировали на приборе CS-9000 фирмы «Shimadzu» при длине волны 540 нм. Идентификацию фракций осуществляли с помощью стандартов фирмы «Sigma» (Германия).

Содержание тяжелых металлов и пестицидов устанавливали стандартными методами (Методы определения микроколичеств..., 1984).

Фракционный состав белков в образцах определяли методом гель-хроматографии низкого давления с использованием аппаратуры «Pharmacia LKB Biotechnology» (Швеция). В качестве неподвижной фазы в колонке (1,6 × 70 см) использовали «Sephadex G-100 Superfine» (Швеция), в качестве элюента – 0,15 М хлорид натрия (pH – 7). Фракции белков регистрировали фотометрически при длине волны 280 нм. Молекулярную массу (ММ) белков определяли по калибровочным графикам, построенным по результатам пропускания белков с известной ММ (Laurent, Killander, 1964).

Размерно-массовый состав баренцевоморского краба-стригуна опилю, собранного в летний и зимний периоды, представлен в табл. 35.

Выход мяса из ходильных ног крабов, выловленных в районе Южного склона Гусиной банки в зимний период, существенно различается. При близкой средней массе 1 экз. выход мяса ходильных ног колеблется от 8,68 до 14,9 % (см. табл. 35). На данном этапе изучения баренцевоморского краба-стригуна данный факт предположительно можно объяснить только различиями в кормовой базе. Выход мяса клешней и головогруды различается незначительно – 6,8-7,7 и 12,0-12,3 % соответственно.

Содержание мяса в ходильных ногах крабов, выловленных на Ново-земельской банке в летний период, существенно различается в зависимости от размера и пола. У мелких самцов выход мяса составляет 15,6 %, у самок – 13,1 %. Среднеразмерные самцы содержат мяса в ходильных ногах также больше, чем самки: 19,7 и 13,1 % соответственно. У крупных самцов выход мяса ходильных ног составляет в среднем 18,6 %. Выход мяса клешней зависит от размера и пола особей – у самцов он больше, чем у самок. У мелких особей содержание мяса в клешнях составляет 5 %, а у самок лишь 1,8 %. У крупных крабов выход мяса клешней составляет в среднем 8 %.

Оцененный нами выход гепатопанкреаса, в зависимости от размера краба, варьирует в диапазоне 7-11 %.

**Размерно-массовый состав краба-стригуна опилио из разных районов вылова в Баренцевом море, % от массы неразделанного краба
(средние значения)**

Ширина карапакса, мм***	Масса, г***	Ходильные ноги			Клешни			Абдомен	Головогрудь			Жабры	Гепато-панкреас	Икра	Прочие внутренности
		целиком	мясо	панцирь	целиком	мясо	панцирь		целиком	мясо	панцирь				
<i>Новоземельская банка (август). Мелкоразмерная группа самцов</i>															
76,0	180,0	31,0	15,6	15,6	12,1	5,00	7,15	1,52	21,5	9,87	11,6	2,30	10,9	-	20,2
<i>Мелкоразмерная группа самок</i>															
<u>57,5-82</u> 69,1	<u>66-188</u> 122,7	28,8	13,1	15,7	4,87	1,80	3,06	5,31	19,4	11,1	8,27	3,17	9,88	11,6	16,7
<i>Среднеразмерная группа самцов</i>															
<u>86-90</u> 88,8	<u>287-355</u> 250,4	31,8	19,7	12,2	15,7	8,30	7,45	1,57	20,5	11,3	9,15	3,50	8,63	-	18,4
<i>Среднеразмерная группа самок</i>															
90,0	110,0	25,7	13,1	12,6	4,45	1,85	2,61	5,60	19,9	11,2	8,70	4,50	9,40	9,10	19,3
<i>Крупноразмерная группа самцов</i>															
<u>91-112</u> 101,7	<u>296-528</u> 398,9	31,7	18,6	13,1	14,4	8,04	6,32	1,47	19,8	11,6	8,22	4,06	10,4	-	17,0
<i>Южный склон Гусиной банки (декабрь). Мелкоразмерная группа</i>															
77-90*	204	32,6	14,9	17,7	15,5	6,76	8,72	0,82	22,9	12,3	10,6	6,43	8,25	-	13,8
<i>Среднеразмерная группа</i>															
81-94**	211	35,1	8,68	26,4	15,8	7,69	8,09	1,97	23,9	12,0	11,8	4,30	7,19	-	11,7

*Общая проба (9 экз.).

**Общая проба (12 экз.).

***Над чертой указаны минимальное и максимальное значения, под чертой – среднее.

Существенных различий в химическом составе частей тела краба-стригуна опилио по районам вылова не выявлено (табл. 36).

Таблица 36

Химический состав отдельных частей тела краба-стригуна опилио из различных районов вылова в Баренцевом море

Часть тела	Содержание, %			
	влага	жир	белок	зола
<i>Новоземельская банка, август. Ширина карапакса 86,0-99,3 мм, средняя проба (самцы)</i>				
Мясо ходильных ног	80,8	0,40	16,4	1,65
Мясо клешней	82,0	0,38	15,5	1,02
Мясо «розочки»	80,5	1,24	15,0	1,12
Гепатопанкреас	77,0	11,1	9,01	1,17
Внутренности	83,7	3,67	8,78	1,28
Гонады	81,7	0,54	12,2	1,53
Жабры	88,5	0,64	8,52	1,50
<i>Ширина карапакса 57,5-90,0 мм, средняя проба (самки)</i>				
Мясо ходильных ног	79,7	0,26	17,4	1,40
Мясо клешней	78,1	0,23	18,0	1,35
Мясо «розочки»	79,0	1,47	14,8	1,50
Гепатопанкреас	76,3	10,7	10,1	1,47
Внутренности	83,1	2,80	9,50	1,38
Жабры	85,8	0,54	9,24	1,23
Икра внешняя	63,1	4,35	22,3	1,70
Икра внутренняя	68,4	4,90	19,7	1,57
<i>Южный склон Гусиной банки, декабрь.</i>				
<i>Ширина карапакса 79-92 мм, средняя проба (самцы и самки)</i>				
Мясо ходильных ног	78,6	0,44	19,3	1,45
Мясо клешней	79,5	0,31	17,0	1,31
Мясо «розочки»	78,1	1,41	17,7	1,22
Гепатопанкреас	70,2	14,1	11,1	1,30
Жабры	88,1	0,81	5,64	1,16
Внутренности	80,0	3,90	9,86	2,23

Мышечная ткань краба содержит много воды (78,1-82,0 %) и очень мало жира (0,23-1,47 %), при этом большая часть жира содержится в мясе «розочки» и составляет 1,24-1,47 % независимо от размеров краба.

Содержание белка в мясе ходильных ног составляет 16,4-19,3 %, в мясе клешней – 15,5-18,0 %, а в мясе «розочки» – 14,8-17,7 %.

Мясо краба-стригуна опилио обладает хорошими вкусовыми свойствами и является сырьем для производства деликатесной продукции. Из вареного мяса краба этого вида, вылавливаемого в Японском, Охотском, Беринговом морях и в Тихом океане, изготавливают консервы в собственном соку (ГОСТ 20919-75).

В гепатопанкреасе краба содержится 10,7-14,1 % жира и 9,01-11,1 % белка.

Следует обратить внимание на то, что при анализе химического состава частей тела краба сумма определяемых нами составляющих компонентов была существенно ниже, чем 100 %. Вероятная причина тому – наличие небелковых экстрактивных веществ, которые мы планируем определять в будущем.

В липидах гепатопанкреаса самцов и самок краба-стригуна преобладают триглицериды (ТАГ) – 45,0 и 50,8 % соответственно, а в липидах мышечной ткани ходильных ног крабов обоих полов – фосфолипидные фракции, которые в сумме составляют 56,5-58,0 % на фоне аналогичных показателей липидов гонад (21-32 %). Состав липидов икры краба-стригуна также характеризуется высоким содержанием фосфолипидов (до 49 %) и запасных липидов (до 43 % ТАГ) на фоне минимального (менее 1 %) содержания свободных жирных кислот, что лишний раз подтверждает уникальность ее состава.

Белок мышечной ткани и внешней икры краба-стригуна опилио полноценный, в нем присутствуют все незаменимые аминокислоты в количествах, соответствующих шкале, разработанной экспертами продовольственной сельскохозяйственной организации объединенных наций и всемирной организации здравоохранения для «идеального белка», оптимального для обеспечения потребностей взрослого человека.

В спектре заменимых аминокислот в мышечной ткани краба следует отметить высокое содержание глутаминовой кислоты – 14,3 %, аргинина – 11,1 %, а также глицина – 10,6 %.

Содержание тяжелых металлов, радионуклидов и хлорорганических соединений в различных частях тела краба не превышает предельно допустимых концентраций.

Диапазон ММ мяса ходильных ног краба-стригуна колеблется в пределах от 22,9 до 81,5 кД. Всего выделено 4 фракции: 22,9; 55,8; 63,8 и 81,5 кД. В тканях гепатопанкреаса ММ белков лежат в диапазоне 34,1-95,1 кД, и было выделено также 4 фракции с ММ 34,1; 63,8; 67,8; 83,1 и 95,1 кД соответственно. Для мяса клешней характерно уменьшение ММ самой высокомолекулярной фракции до 61,6 кД.

В мясе «розочки» самок краба-стригуна отмечены фракции с большей ММ, чем у самцов – 100,2 против 72,4 кД.

Преобладание низкомолекулярных фракций свидетельствует о наличии в составе мяса краба-стригуна большого количества поли- и олигопептидов, что позволяет говорить о его высокой пищевой ценности.

Исследование активности комплекса протеаз гепатопанкреаса краба-стригуна позволяет рекомендовать его в качестве сырья для производства ферментных препаратов для проведения процесса гидролиза белковых веществ, о чем свидетельствует преобладание в конечном продукте фракций

с низкой ММ. Таким образом, возможно использование гепатопанкреаса краба-стригуна в качестве богатого источника протеаз, применяемых для производства белковых гидролизатов различного назначения (Сравнительная характеристика гидролаз..., 2011).

Общий выход панциря, включая панцирь ходильных ног и клешней, у краба-стригуна составляет довольно значительную величину (28-45 %) и зависит от размера, половой принадлежности и сезона вылова, поэтому панцирьсодержащие отходы можно рассматривать как сырье для получения хитина (с выходом около 25 %) и его производных (Рысакова, 2010).

Сведения о размерно-массовом и химическом составе, биохимических свойствах органов и тканей краба-стригуна опилио в дальнейшем позволят разработать научно обоснованные рекомендации комплексного использования сырья для получения продукции широкого ассортимента – пищевой, лечебно-профилактической, кормовой, субстанций для медицинских, косметических и технических целей.

4.7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОРУДИЙ ЛОВА ПРИ ПРОМЫСЛЕ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

В настоящее время в добыче баренцевоморских промысловых беспозвоночных существенно увеличилось значение краба-стригуна опилио. В последние годы на акватории ОЧБМ и ИЭЗ РФ произошло значительное увеличение численности этого вида крабов. Здесь образовались достаточно плотные концентрации особей промыслового размера, что позволяет вести полномасштабный промысел баренцевоморского краба-стригуна опилио.

Успех этого нового для баренцевоморского региона промысла во многом будет зависеть от правильности выбора техники и тактики лова, а также от конструктивных особенностей орудий промысла.

При промышленном освоении запаса краба-стригуна опилио в качестве орудий лова можно рекомендовать к применению стандартные донные ставные ловушки, уже используемые в Баренцевом море в промысловой практике на облове камчатского краба, а также применяемые при отечественном промысле в дальневосточных морях.

Опыт работы ловушками при российском крабовом промысле на Дальнем Востоке. На Дальнем Востоке РФ (Охотское море и др.) при крабовом и креветочном промысле используют ловушечные порядки из ставных ловушек, канаты-хребтины, вехи с буйком и грузом, радиобуи, световые буи, кухтыли, подмаячники, буйрепы, подъякорные концы, якоря, грузы, буйковые концы.

Вехи длиной 6 м изготавливают из бамбука, оснащают грузом 10-15 кг, плавучестью 100-110 Н (3-4 полиэтиленовых кухтыля диаметром 500 мм), угловым отражателем и флажком с обозначением принадлежности порядка. Радиобуй крепят к одному из концов порядка и используют для его поиска.

Как правило, используют радиобуй отечественного или импортного изготовления применительно к судовой радиопеленгующей установке. Световые буи крепят по концам порядка для его обозначения и облегчения поиска в ночное время. Для этого используют существующие конструкции отечественного или импортного производства.

Применяются типовые отечественные или импортные крабовые ловушки. В современной промысловой практике в ходу американские, японские, корейские, китайские, российские ловушки.

При работе судна в промысловом режиме количество ловушек в порядке составляет от 100 до 200 шт. В качестве подмаячников, буйрепов применяют синтетический канат окружностью 50-70 мм, служащий для крепления к хребтине вех и якорей. Длина подмаячников равна 1,25 глубины места постановки ловушки. Хребтина в порядке выполняется из син-

тетического каната окружностью 60-70 мм. Соединение хребтины с подмачником и подъякорными концами производят с помощью разъемных колец.

На хребтине подвязываются поводцы из синтетического каната окружностью 30 мм длиной 0,8-1,5 м (при промысле краба расстояние между поводцами – 15-20 м, креветки – 10-12 м). Поводцы вяжут к хребтине выбленочными узлами с пробивкой свободного конца под 2 пряди хребтины. На конце поводца вращивают в огонь разъемное кольцо.

В качестве якорей для удержания порядка ловушек на грунте применяют стандартные адмиралтейские якоря или любые грузы массой 40-50 кг.

Общая характеристика конструкций ставных крабовых ловушек. В настоящее время промышленный лов камчатского краба в Баренцевом море ведется различными типами ставных ловушек всевозможных конструкций. Улов краба одной ловушкой относительно невелик. Для получения больших уловов используют ряд ловушек, закрепленных на канате-хребтине и образующих ловушечный порядок.

Облов скоплений краба ставными ловушечными порядками делает подобный промысел более рациональным за счет его повышенной эффективности, а также снижения промысловой смертности, так как только такие пассивные орудия лова позволяют отбирать из улова лишь промысловых самцов и выпускать обратно в море неповрежденных самок и молодь.

Ставные донные ловушки для промысла крабов широко применяют в международной практике, они имеют разнообразные конструкции, и изготавливают их из различных материалов. В конструкции ловушки можно условно выделить три функциональных элемента: каркас (жесткий, гибкий, складной), покрытие (сети из капрона, полиэтилена, металлические сетки, деревянные рейки и т.п.) и входные устройства.

Каркасы крабовых ловушек изготавливают из металлических (стальных, дюралюминиевых) прутков или труб, пластмассовых или деревянных брусков. Металлические каркасы для предотвращения коррозии могут быть оцинкованы либо покрыты пластмассовой оболочкой-пленкой.

Покрытие ловушек, как правило, выполняют из дели. Реже применяют металлические сетки, пластмассовые и деревянные решетки.

Входные устройства в крабовую ловушку изготавливают с расчетом исключить обратный выход объекта лова. Наиболее типичным исполнением входного устройства является воронкообразное, при котором стенки воронки обтягивают делью либо вставляют пластмассовые воронки-горла. Донные ловушки имеют одно или несколько входных отверстий.

Из всевозможных ловушек для промысла краба-стригуна опилио можно рекомендовать, как правило, относительно небольшие по габаритам

конструкции – конусные ловушки (выполненные в виде усеченного конуса или полусферы), а также увеличенных размеров – жесткие прямоугольные (в виде параллелепипеда) и трапециевидные-пирамидальные (в виде усеченной пирамидки), а также их аналоги в складном исполнении. Возможно также использование ловушек других форм – цилиндрических, тороидальных, полусферических и т.п.

Возможные конструкции ловушек для промысла баренцевоморского краба-стригуна опилио представлены на рис. 113.

Для понимания положительных и отрицательных сторон использования различных ловушек полезно рассмотреть особенности их конструкций и применения.

Конусная ловушка. Ловушки такой конструкции наиболее широко применяются во всем мире для промысла крабов. Эта конструкция, концептуально созданная еще в древней Японии, широко применяется в тихоокеанском регионе (в том числе в морях РФ), а теперь, с развитием лова крабов – и в Северном рыбохозяйственном бассейне. В промысловой практике используются конусные ловушки производства различных стран – японские, корейские, американские, китайские, российские.

В Баренцевом море наибольшее применение на промысле получили конические ловушки (см. рис. 113А). Конструктивно их выполняют в виде жесткого или складывающегося каркаса, покрытого снаружи сетью. Ловушку изготавливают из металлического каркаса, состоящего из нижнего и верхнего колец с диаметром 1,4-1,5 и 0,85-0,65 м соответственно, соединенных между собой вертикальными направляющими высотой 0,8-0,7 м (стальные прутья с диаметром 8-10 мм), образующими конус. Нижнее основание (кольцо) всегда изготавливают из более толстого стального прута для вертикальной ориентации ловушки при постановке ее на грунт. По верхнему и нижнему кольцу дель оклетневывается капроновым шнуром.

Металлический каркас ловушки обтягивают делью плотностью 187 текс с шагом ячеи 70 мм или более, состоящей из 2 частей, при сшивке которых предусматривают самораспускающийся шов из хлопчатобумажной нити диаметром 0,8-1,5 мм, выпускающий крабов в случае аварийной потери ловушки. Для этой же цели может быть предусмотрена вшивка специальной сетной пластины в покрытие ловушки с таким же самораспускающимся швом из хлопчатобумажной нити.

К верхнему основанию ловушки крепят входное устройство – пластмассовое коническое «горло» с диаметром нижнего отверстия 0,35 м (можно из мелкаячейной сетки). По нижнему основанию ловушки дель собирают в узел гайтяном для быстрого освобождения улова на борту судна. Внутри ловушки закрепляют приманку. Ловушку обшивают делью таким

образом, чтобы после развязывания гайтяна на нижней пластине их можно было складывать стопкой для хранения или транспортировки. Масса одной ловушки составляет около 26 кг.

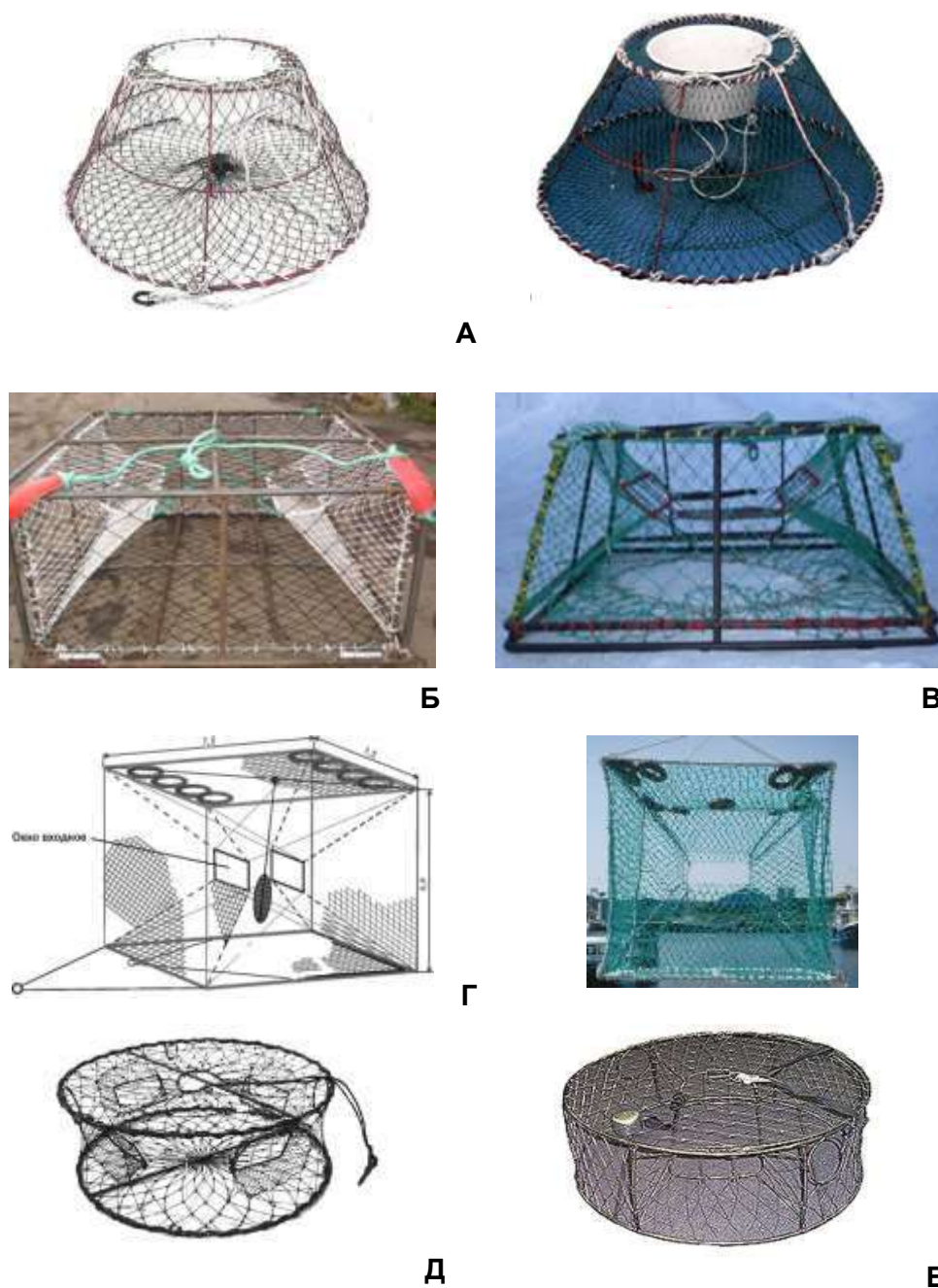


Рис. 113. Ловушки для промысла крабов: А – конусные; Б – прямоугольная; В – трапециевидная-пирамидальная; Г – складные прямоугольные; Д, Е – цилиндрические складные, жесткие

Прямоугольная ловушка. На промысле баренцевоморского камчатского краба, для обеспечения большей производительности лова, используют прямоугольные и трапециевидные ловушки с большими габаритами,

чем конусные ловушки. Такой тип ловушек иногда называют американскими или, за схожесть формы, «чемоданами» (см. рис. 113Б). Прямоугольная ловушка также имеет жесткий каркас (с более мощным металлическим стержнем в основании), который обтягивают делью. Габариты ловушки в зависимости от производителей изменяются в некоторых пределах: длина – от 1,8 до 2,4 м, ширина – от 1,7 до 2,1 м, высота – от 0,8 до 0,9 м.

Ловушка оснащена 2 изготовленными из мелкоячеистой дели входными устройствами с размерами прямоугольного отверстия («окна») $0,8 \times 0,2$ м. Такое устройство предназначено как для проникновения краба в ловушку, так и для выхода из нее, т.е. без устройств, закрывающих выход крабов. Шаг ячеи на входных устройствах в сетных полотнах равен 40 мм, а на боковых сетных стенках ловушки – 60 мм и более. На боковой стороне рамы предусмотрена открывающаяся дверка для извлечения улова и смены приманки. При сортировке улова такими ловушками наблюдается меньший травматизм крабов, чем ловушками других типов.

В Баренцевом море промысловый опыт работы с прямоугольными ловушками, имеющими жесткий каркас, показал высокую эффективность их использования при лове краба в промысловом режиме.

Трапецевидная-пирамидальная ловушка. Трапецевидная ловушка по производительности лова немного уступает прямоугольной, но компактнее по габаритам и удобству в размещении на палубе судна. Ловушка имеет жесткий каркас, состоящий из нижнего ($1,83 \times 1,83$ м) и верхнего ($1,3 \times 1,3$ м) прямоугольных оснований, соединенных по углам жесткими связями. Высота ловушки – 0,85 м. Вход в ловушку образован двумя «горлами» с входными прямоугольными отверстиями $0,8 \times 0,2$ м. На промысле некоторые ловушки оборудуют на входных отверстиях кейбордами и триггерами, которые препятствуют уходу крабов (см. рис. 113В).

Шаг ячеи дели на основаниях ловушки – 80 мм, а на боковых стенках – 110 мм. На боковой стороне ловушек вырезают прямоугольную сетную пластину-вставку размером не менее $0,35 \times 0,40$ м, которая съезжается с основной делью растительной нитью, создавая самораспускающийся шов для возможного выпуска крабов в случае аварийной потери ловушки. На одной из боковых сторон ловушки предусмотрена дверка для извлечения улова и смены приманки

Прямоугольная складная ловушка. К недостаткам ловушек с жесткой конструкцией относится большой объем занимаемого ими пространства на палубе при подготовке к промысловой работе, в то время как для

эффективной производственной деятельности краболовного судна такого пространства требуется немало.

Возможными вариантами изменения конструкций, уменьшающими объем каждой отдельной ловушки, являются складывающиеся сетные либо пластиковые ловушки, разборные ловушки с жестким металлическим каркасом, ловушки с элементами гибкого каркаса и оболочки-покрытия.

Складные ловушки дают дополнительное преимущество в силу удобства хранения их на палубе в более компактном виде, и, следовательно, возможности взять большее количество ловушек на борт одного промыслового судна. Преимущества применения такого типа ловушек наиболее ярко проявляются при работе на скоплениях крабов с высокой плотностью. Принципиальное устройство и внешний вид показаны на рис. 113Г.

Складная прямоугольная ловушка состоит из 2 прямоугольных металлических оснований с габаритами 1,5 × 1,5 м. Нижнее основание представляет собой прямоугольную раму, изготавливается из стального прута диаметром 20 мм. Верхнюю рамку изготавливают из более легкого – алюминиевого – прута диаметром 20 мм. По высоте ловушки металлические рамы по углам соединяют капроновыми пожиллинами (окружность каната – 35-60 мм), а все стороны обтягивают делью. Ловушка по высоте не имеет жестких связей, за счет чего в нерабочем состоянии ее складывают в одну плоскость. В рабочем состоянии высота ловушки варьирует от 0,9 до 1,5 м, которая обеспечивается плавом, закрепленным либо на раме, либо по верхней пласти.

На нижней раме предусмотрена дверца для извлечения улова и смены приманки. Как вариант, на боковой стенке ловушки дель стягивают в узел гайтяном. Между рамами имеются 2 входных устройства – прямоугольные «горла» из мелкочейной дели с размерами входа 0,5 × 0,2 м. Входные устройства в рабочем положении ловушки удерживают гибкими оттяжками. При постановке ловушку опускают на грунт всегда на утяжеленное основание, оставляя боковые входные отверстия доступными для краба.

Приведение ловушек из транспортного в рабочее состояние занимает короткое время. На промысловой палубе крабовые ловушки складывают друг на друга либо устанавливают вертикально ребром на кромку каркаса. Масса одной ловушки составляет 30-40 кг.

Цилиндрическая ловушка. Изготавливают такие ловушки примерно в тех же габаритах, что и конусные, в жестком и складном вариантах с диаметром конструкции примерно 1,5 м, высотой до 0,8 м, с конструкцией входных отверстий для краба, изготовленных на боковой поверхности в виде сетного «горла» (как у прямоугольных ловушек) в количестве 2-4 шт. (см. рис. 113Д, Е).

Согласно требованиям правил рыболовства для Северного бассейна, в сетном полотне, используемом для крабовых ловушек на облове баренцевоморского камчатского краба, разрешен минимальный допустимый размер ячеей в 70 мм. Также запрещается вылов самок камчатского краба и самцов с шириной карапакса менее 150 мм. При добыче в Баренцевом море краба-стригуна опилию запрещен вылов самок любого размера, а также самцов с ШК менее 100 мм. Выловленные крабы, не достигшие промыслового размера, с наименьшими повреждениями должны быть выпущены обратно в море с обязательным использованием наклонных лотков для исключения дополнительного травматизма.

Сравнительная эффективность работы крабовых ловушек различных конструкций. В апреле – июле 2014 г. научный сотрудник ПИНРО Ю. Н. Муллин, находившийся на борту одного из промысловых судов при облове краба-стригуна опилию в весенне-летний период, выполнил дифференцированный учет уловов по типам ловушек различных стран их производства с целью оценить промысловую эффективность ловушек различных конструкций.

Собраны данные по работе 67 ловушечных порядков из 1186 ловушек. Основными орудиями лова были трапециевидные ловушки производства России, Китая и США. Американских ловушек было задействовано около 100 шт., китайских и российских – примерно по 300 шт. В эксперименте были задействованы по десять ловушек каждого типа, собранных поочередно в один порядок. По итогам работы судна отмечено, что средние показатели уловов трапециевидными ловушками китайских и российских производителей практически не отличались. Уловы американскими ловушками были выше по отношению к уловам трапециевидными ловушками других производителей в среднем на 17 %. Конусные корейские ловушки по промысловой эффективности практически не уступали трапециевидным. В течение рейса производственные показатели промысла краба-стригуна опилию неуклонно возрастали, главным образом, в результате освоения северных участков района анклава по мере освобождения промрайона от ледовых полей.

Улов промыслового краба (самцов) в мае составил 16 экз./ловушку, в июне – 21 экз./ловушку, в июле – 24 экз./ловушку. Максимальный улов промыслового краба достигал 123 экз./ловушку. Средний улов порядком из 20 ловушек колебался в пределах от 1 до 48 экз./ловушку. Промысловые самцы составляли 87-91 % улова при средней ШК 113-119 мм за отмеченный период промысла.

Отмечен незначительный прилов донных рыб, в среднем составивший 0,01 экз./ловушку. В прилове встречались камбала-ерш, палтус черный и скат северный.

Наряду с ростом общего количества выпускаемой продукции из краба, отмечена положительная динамика производства продукции по весовым градациям. При технологической обработке краба отмечено, что средняя масса одного коммерческого краба в июле составила 789 г, а средняя ШК – 119,5 мм.

При надлежащей организации промысла возможную суточную производительность судна типа СРТМ-к при работе трапециевидными ловушками на промысле баренцевоморского краба-стригуна опилю в ОЧБМ в весенне-летний период оценивают в пределах 4-5 т готовой продукции.

Техника работы ставными донными ловушками. Для обеспечения эффективности производственной деятельности промыслового краболовного судна и получения значительных уловов используют большое количество донных ловушек, которых крепят к канату-хребтине, образуя ловушечный порядок.

На краболовных судах промысловые схемы постановки и выборки донных ловушек предполагают работу с порядками, набранными по типу донного яруса. Для ведения промысловых операций с ловушечным ярусом на судне необходимо иметь соответствующие промысловые механизмы: мальгогер, блоки, турачки или лебедки, кран-балки с гидравлическим тянущим блоком.

Для промысла краба ловушки собирают в отдельные порядки из одного ряда нескольких ловушек в зависимости от их количества и размеров, типа судна и условий промысла (как правило, используется 10-20 ловушек на порядок, иногда количество ловушек увеличивают до 50 шт.). Принципиальная схема ловушечного порядка представлена на рис. 114.

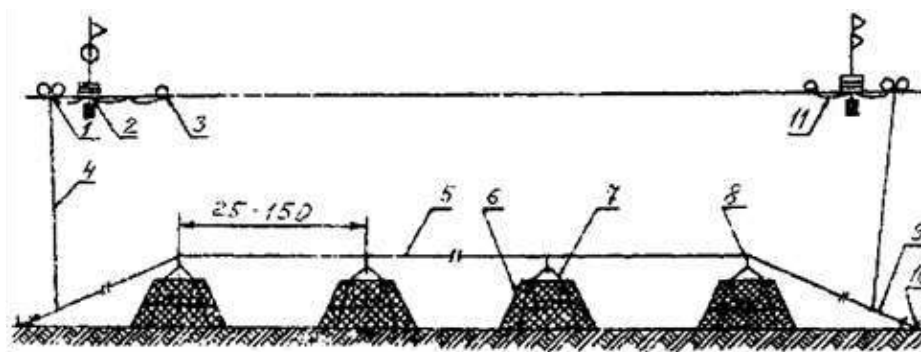


Рис. 114. Принципиальная схема порядка ловушек:
 1 – буй; 2 – буй-вешка, лить; 3 – буй; 4 – буйреп; 5 – хребтина (секция); 6 – ловушка крабовая;
 7 – поводцы ловушки; 8 – поводец хребтины; 9 – якорный конец; 10 – якорь-груз;
 11 – соединительный канат

Ловушки соединяют друг с другом хребтиной из полипропиленового плавучего каната с длиной окружности 35-60 мм. К хребтине порядка ло-

вушки крепят капроновым канатом окружностью 25-30 мм с заведомо меньшей прочностью, чем хребтина. Расстояние между ловушками задают в диапазоне от 25 до 180 м. Это расстояние может варьировать в широких пределах, и выбирают его исходя из плотности расселения облавливаемого краба вдоль изобат. Обычно выставляют 5-15 донных ловушек в одном порядке.

Для фиксирования порядка ловушек на дне с обоих концов хребтины устанавливают якоря массой 10-20 кг и более. В районах промысла с сильными течениями существует практика применения в качестве хребтины стального троса диаметром 10-15 мм.

Для выборки ловушечного яруса используют буйреп из любого синтетического каната окружностью от 35 до 60 мм. Длину буйрепа обычно выбирают равной 1,2-1,5 глубины места лова. При этом буйреп выполняют составным из секций по 50 или 100 м. Нижнюю секцию буйрепа выполняют из полиэтиленового плавучего каната окружностью 35-40 мм.

Для обозначения места постановки порядка применяют буй-веху. Для облегчения последующего поиска установленного порядка ловушек на буй-вехах могут устанавливать фонари, светоотражатели, эхолотационные отражатели. Короткие порядки могут обозначать только с одного конца. Концевые буй-вехи должны быть отмаркированы с указанием принадлежности орудия лова. Наличие второго буйрепа и якоря при работе с тяжелыми металлическими ловушками не обязательно, однако практика работы оправдывает их применение – такой прием снижает риск потери ловушек. Также существует практика, когда буй притапливают – это необходимо, к примеру, при работе во льдах. Тогда поиск ловушечного порядка осуществляют по навигационным приборам.

Промысловые операции с ловушечными порядками включают 3 основных этапа: подготовка, постановка и выборка ловушечного яруса. Перед постановкой порядка ловушки устанавливают на промысловой палубе судна с укладкой хребтины в шлагги с оснащением ловушек приманкой.

При подготовке ловушек к работе необходимо проверить их техническое состояние путем внешнего осмотра, при возможности устранить обнаруженные повреждения сварки каркаса, прогибы каркаса, разрывы сетей, целостность саморазрушающейся соединительной нитки и т.д., произвести сборку ловушек на палубе и снарядить их соответствующей оснасткой (переходные концы, шкентеля, оттяжки входного устройства и т.п.), закрепить пенал с приманкой посередине ловушки.

Приманку заготавливают заранее и хранят в соответствующих условиях. Непосредственной приманкой для оснащения крабовых ловушек служит любая рыба (свежая, мороженая, соленая, отходы переработки),

креветка, кальмары, нарубленные кусочками любой формы и размеров. Расход приманки на каждую ловушку составляет от 0,5 до 2,0 кг.

Постановку порядка ловушек производят либо с кормы судна на малом ходу, сбрасывая ловушки, либо в дрейфе или при малой скорости, опуская ловушки в воду с борта судна.

В районе постановки стопорят ход судна, по команде вахтенного помощника капитана в дрейфе или при малой скорости за борт выбрасывают начальную буй-веху и одновременно потравливают буйреп. С подходом конца буйрепа заданной длины, в зависимости от глубины постановки яруса, к нему крепят начальный якорь и секцию хребтины с ловушкой. После этого сбрасывают ловушку за борт, одновременно потравливая хребтину до подхода разъема для соединения со следующей ловушкой. Работа продолжается до выметки последней секции хребтины с ловушкой.

После отдачи всего порядка в конце ловушечного яруса крепят концевой якорь и выбрасывают его за борт с одновременной потравкой (или выбросом всей бухты нужной длины) буйрепа, в конце которого устанавливают концевую буй-вешку, оснащенную световым импульсным фонарем для визуального обнаружения (либо другим отражателем).

Ловушки, плав, буй-вехи маркируют в соответствии с правилами рыболовства.

Перед выборкой порядка ловушек судно на малом ходу подходит рабочим бортом как можно ближе к концевой буй-вехе, гасится инерция судна. Буйреп вылавливают якорем-кошкой и вместе с конечной буй-вехой подтягивают к борту. Буй-веху поднимают на борт, а буйреп с помощью переходного конца крепят либо к барабану лебедки, либо к подъемной турачке подъемника ловушек и выбирают до подхода якоря. Якорь отсоединяют и продолжают выборку секций хребтины с ловушками. У борта судна ловушки берут за переходные концы и стрелой выбирают на палубу, открепляя их от хребтины. Затем выборку хребтины продолжают, поочередно отсоединяя все ловушки.

При выборке порядка ловушек судно удерживается так, чтобы хребтина выходила на траверзе рабочего борта, не допуская ее чрезмерного натяжения.

Выборку хребтины продолжают до последней секции, которая остается на месте и будет первой при следующей постановке. При выборке хребтины последней секции с ловушкой выбирают переходной конец с якорем. Якорь отсоединяют и укладывают на палубе. Далее продолжают выборку второго буйрепа (при его наличии) до подхода к борту начальной буй-вехи и подъема ее на борт судна.

При осуществлении крабового промысла на судах в Баренцевом море следует соблюдать и руководствоваться соответствующими правилами техники безопасности.

Рекомендации по тактике промысла баренцевоморского краба-стригуна опилио. При планировании производственной деятельности судна на промысле краба-стригуна опилио возможная суточная производительность судна (типа СРТМ-к) при надлежащей организации промысла и работе трапециевидными ловушками в Баренцевом море в весенне-летний период оценивается в пределах 4-5 т готовой продукции.

В начале работы, в период поиска скоплений краба, рекомендовано устанавливать порядки из 1-3 ловушек с небольшим застоем до 12 ч. При установившемся промысле и существующей практике количество ловушек в порядке следует доводить до 50 шт. и более. Это сокращает непроизводительные затраты времени, связанные с подходом судна к ловушечному порядку, и увеличивает количество обработанных ловушек в течение рабочих суток.

Застой ловушек более 2 сут не рекомендован. Как правило, подъем ловушек проводят через сутки. Выборка порядков начинается в 4-6 ч и заканчивается в 20-21 ч судового времени. Затраты времени на постановку одного порядка составляют 20-30 мин, на выборку – 90-100 мин.

Из практики промысла краба-стригуна опилио в мае – декабре 2014 г. отмечено, что производительность лова на одну трапециевидную ловушку (американского производства) была в 2-7 раз выше, чем на одну конусную. При этом отмечено, что прямоугольные каркасные ловушки (американского производства) по средним уловам на ловушку на одну треть (от 15 до 30 %) были производительнее трапециевидных аналогов. Прямоугольные ловушки на две трети (67 %) были производительнее складных прямоугольных (норвежского производства).

По правилам рыболовства, все крабовые ловушки необходимо снабжать приспособлениями, препятствующими возможности дальнейшего лова краба в случае их утери, т.е. в ловушках должны быть предусмотрены саморазрушающиеся элементы соединения сетных пластин. Наиболее простым может быть применение хлопчатобумажных вставок, саморазрушающихся в морской воде после длительного застоя, вызванного их утерей.

Для регулирования величины приловов мелкого непромыслового краба рекомендуется использовать специальные селективные устройства – «окна-кольца», устанавливаемые на сетную оболочку крабовой ловушки, способствующие выходу из ловушек мелкого краба и удержанию крупного. С помощью таких селективных «окон-колец» можно добиться увеличения размерного состава краба и оптимальной избирательности, уловистости и производительности лова.

4.8. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО

Нативный ареал краба-стригуна охватывает воды России, Канады, Гренландии, США, Южной Кореи и Японии (рис. 115). Схема управления запасами и промыслом краба-стригуна опилио в экономических зонах этих государств создавалась и совершенствовалась несколько десятилетий. Несмотря на разнообразные исторические и экономические предпосылки, формирование национальных мер регулирования промысла краба-стригуна опилио исходило из общих принципов рационального использования водных биологических ресурсов. Регулирование промысла краба-стригуна опилио в национальных исключительных экономических зонах в настоящее время сводится к 2 подходам:

- ограничение интенсивности промысла;
- управление селективностью промысла.

Ограничение интенсивности промысла краба-стригуна происходит у всех без исключения прибрежных государств посредством ограничения ежегодного общего ОДУ. Причем ОДУ зачастую устанавливают с учетом региональной природы промысла – отдельно по выделенным зонам и подзонам. Кроме того, достаточно часто встречается квотирование промысла с разделением на аборигенный и промышленный. Выделение «квоты под киль», ограничение судно-суток лова и количества ловушек на судно также является способом ограничения интенсивности промысла и часто встречается в национальных мерах регулирования промысла краба-стригуна опилио.

Управление селективностью промысла заключается в применении разнообразных мер, направленных на:

- сохранение непромысловой молодежи;
- защиту репродуктивного потенциала популяций.

Традиционные приемы регулирования селективности промысла включают:

- ограничение изъятия особей краба по полу и размеру;
- регламентация орудий лова;
- установление сроков и районов промысла (сезонное, географическое и батиметрическое лимитирование);
- ограничение прилова непромысловых особей краба.

При организации рациональной и долгосрочной промысловой эксплуатации образовавшегося нового, баренцевоморского запаса промысловых крабов, несомненно, полезно рассмотреть основные элементы национального управления промыслом краба-стригуна опилио в водах России (на Дальнем Востоке), Канады, Гренландии, США и Японии, оценив целе-

сообразность их применения для эксплуатации баренцевоморского краба-стригуна опилио.

Ограничение интенсивности промысла. Основным инструментом регулирования промысла краба-стригуна в районах его традиционного промысла является ограничение ОДУ. Определение ОДУ краба-стригуна опилио в морях России, Канады, Гренландии, США и Японии осуществляют на основании анализа данных, полученных в ходе научных съемок и промысла (Родин, Блинов, Мирошников, 1997; Assessment of Newfoundland..., 2011; Burmeister, 2012; North Pacific Fishery..., 2009; Makino, 2008). При этом анализируют соотношение трендов производительности промысла, индексов численности разных категорий крабов, полученных в ходе съемок, и величины ежегодного вылова. Помимо такого анализа, для запаса краба-стригуна опилио в водах ИЭЗ США применяют ряд аналитических моделей, на основании которых выполняется расчет ОДУ и прогноз динамики численности (Final Crab SAFE..., 2013).

Особенность организации эксплуатации запасов беспозвоночных в географическом плане – их значительно более высокая, по сравнению с ресурсами рыб, «региональность» (Левин, 1994). В зависимости от обширности распределения вида и масштабов промысла, могут быть выделены единицы запаса. Для каждой такой единицы запаса могут устанавливать как индивидуальную величину ОДУ, так и специфический набор мер регулирования (ограничение по минимальному промысловому размеру, срокам и глубине промысла). При этом районирование единиц запаса может учитывать как особенности экологии вида, так и иметь административный принцип деления.

Регулирование промысла краба-стригуна опилио в Дальневосточном регионе РФ происходит с учетом биостатистического районирования ИЭЗ РФ (см. рис. 115) (Об утверждении правил рыболовства: Приказ МСХ РФ № 385). Дальневосточный регион включает в себя зоны, в свою очередь подразделяющиеся на подзоны. Ежегодный ОДУ устанавливают для каждой зоны (подзоны).

Регулирование промысла краба-стригуна опилио в водах Канады также происходит с учетом административного деления прибрежной акватории на районы (около 70 ед. запаса, объединенных в несколько крупных провинций). В водах Гренландии регулирование добычи краба-стригуна опилио также происходит с учетом административного деления прибрежной акватории на шесть районов. В некоторых из этих районов при наличии научных данных рекомендовано ограничение промысла на основании определения ОДУ. Вместе с тем в некоторых провинциях вылов краба этого вида не лимитируется. В водах Японии регулирование изъятия краба-стригуна опилио с помощью ОДУ существует с 1997 г. Единицы запаса

имеют административное деление и соответствуют прибрежным водам префектур, для которых ОДУ устанавливается индивидуально (Makino, 2008).

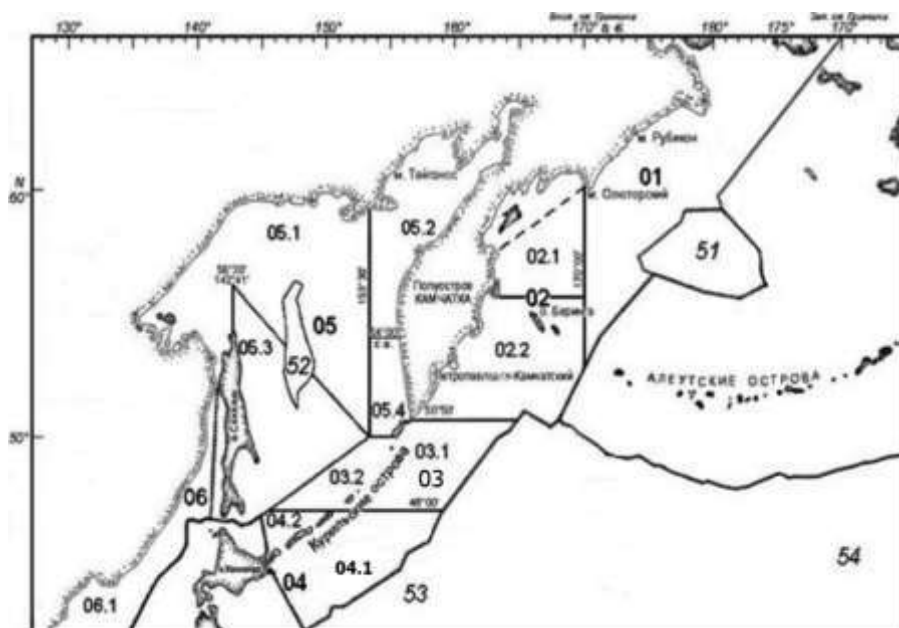


Рис. 112. Районы добычи (вылова), промысловые зоны (подзоны) РФ в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (01 – Западно-Беринговоморская зона; 02 – Восточно-Камчатская зона (02.1 – Карагинская подзона; 02.2 – Петропавловск-Командорская подзона); 03 – Северо-Курильская зона (03.1 – Тихоокеанская подзона; 03.2 – Охотоморская подзона); 04 – Южно-Курильская зона (04.1 – Тихоокеанская подзона; 04.2 – Охотоморская подзона); 05 – зона Охотское море (05.1 – Северо-Охотоморская подзона; 05.2 – Западно-Камчатская подзона; 05.3 – Восточно-Сахалинская подзона; 05.4 – Камчатско-Курильская подзона); 06 – зона Японское море (06.1 – подзона Приморья; 06.2 – Западно-Сахалинская подзона); 51 – Центрально-Беринговоморский подрайон; 52 – подрайон Центральная часть Охотского моря; 53 – Курильский подрайон; 54 – подрайон Гавайский хребет

Таким образом, районирование как оценки запаса краба-стригуна опилию, так и его вылова происходит с учетом масштабов и географии промысла, а также распределения и экологии этого вида ракообразных. ОДУ по единицам запаса устанавливается при управлении промыслом в водах России, Канады, Гренландии и Японии. Вместе с тем такое деление отсутствует в прибрежных районах США.

В настоящее время популяция краба-стригуна опилию в Баренцевом море находится в стадии натурализации и колонизации новых акваторий, при которой отсутствует четкая пространственно-функциональная структура. Выявленные к настоящему времени экологические особенности популяции пока не дают оснований для районирования его ареала. С учетом этого ОДУ баренцевоморского краба-стригуна опилию рекомендовано определять как долю от всего промыслового запаса.

Ограничение вылова по полу и размеру. Специфика крабового промысла, включающего в себя индивидуальную сортировку улова с по-

следующим возвратом в живом виде непромысловых особей, позволяет эффективно управлять селективностью. В целях сохранения нерестовой части популяции, при промысле краба-стригуна опилио изъятие самок запрещено в водах России, Канады, Гренландии и США (Родин, 1997; Assessment of Newfoundland..., 2011; Burmeister, 2012; North Pacific Fishery..., 2009). Вылов самок разрешен в водах Японии и обусловлен скорее традиционными особенностями промысла, который в этом районе существует с XIV в. (Makino, 2008).

Минимальный промысловый размер для краба-стригуна опилио в ИЭЗ РФ составляет 100 мм по ШК (за исключением Чукотского моря, где промысловый размер – 80 мм и более) (Приказ МСХ РФ № 385 от 21.10.13 г.), в водах Канады – 95 мм (Assessment of Newfoundland..., 2011), Гренландии – 100 мм (Burmeister, 2012), США – 78 мм (Final Crab SAFE..., 2013), Японии – 90 мм (Makino, 2008).

В Дальневосточном регионе РФ вылов самцов краба-стригуна опилио, как и других видов крабов, рекомендуется начинать спустя 1-2 нерестовых сезона после наступления их функциональной половозрелости. Функциональная половозрелость у значительной части самцов *C. opilio* наступает при достижении ими ШК 65-75 мм (Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003), с 90 мм половозрелые особи преобладают во всех размерных классах, следовательно, нижний предел промысловых размеров должен быть не менее 100 мм по ШК. Такая промысловая мера нашла свое отражение в Правилах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна РФ (Об утверждении правил рыболовства: Приказ МСХ РФ № 385).

Экспертный выбор минимального промыслового размера краба-стригуна на Дальнем Востоке был основан на подходе К. М. Бэра, исходя из которого промысловую меру подбирают так, чтобы обеспечить каждой особи возможность хотя бы однократного нереста (Шибяев, 2007). Выбор такой величины для баренцевоморской популяции краба-стригуна опилио может быть вполне оправдан на начальном этапе исследования системы «запас – промысел», когда имеется слабое научное представление о популяции и ее биологических характеристиках.

Таким образом, в настоящее время в Баренцевом море целесообразно рекомендовать к промысловому изъятию только самцов краба-стригуна с ШК, равной или превышающей 100 мм.

Регламентация орудий лова. В России, Канаде, Гренландии и США промысел краба-стригуна опилио осуществляют только донными ставными ловушками (Родин, 1997; Assessment of Newfoundland..., 2011; Burmeister, 2012; North Pacific Fishery..., 2009). Лов краба в Японии (префектура Киото) проводят донным тралом (Makino, 2008).

В Дальневосточном регионе РФ при осуществлении промышленного рыболовства применяют стандартные орудия добычи (вылова), изготовленные в соответствии с технической документацией. Запрещается применять при специализированном промысле краба иные орудия добычи (вылова), кроме ловушек, на боковой стороне которых вырезается прямоугольная сетная пластина размером не менее 35 см по ширине и 40 см по высоте, которая затем съезжается с основной делью ловушки нитью растительного происхождения диаметром 2-3 мм, не пропитанной веществами, исключая процесс гниения, или имеющих растительную шворочную нить диаметром 2-3 мм, крепящую сетное полотно к каркасу и не пропитанную веществами, исключая процесс гниения (Об утверждении правил рыболовства: Приказ МСХ РФ № 385).

Селективность ловушек в отношении промысловых ракообразных, связанная с размером ячеек сетного полотна, имеет сложный характер. Так, в экспериментах с крабом-стригуном (*Chionoecetes japonicas*), близким по размерам с крабом-стригуном опилио, было установлено, что наибольшие уловы этого объекта наблюдаются в ловушках с относительно мелкоячеистым (46 мм) покрытием. Это нельзя объяснить только задержкой более мелких особей (что было бы вполне естественно), поскольку уловы на единицу усилия возрастали для особей всех размерных групп, включая и более крупные (Sinoda, Kobayasi, 1968).

Размер ячеек ловушек при промысле краба-стригуна в ИЭЗ РФ не регламентируется. Как правило, ловушки, которыми работают российские суда, имеют сетное покрытие с внутренним размером ячеек 50-60 мм (Слизкин, Букин, 2001; Промысловые беспозвоночные шельфа..., 2003). В водах Канады существует ограничение размера ячеек конических ловушек, которое составляет 65 мм (Snow Crab..., 2010).

Исследования, проведенные в 2006 г. у берегов Приморья с ловушками, обтянутыми делью с ячейей 30-60 и 20-30 мм, показали, что в крабовых ловушках с крупной ячейей самки и мелкие самцы могут проходить через ячейки ловушек. Сравнительно высокие уловы самок и мелких самцов наблюдались в экспериментальных ловушках, покрытых делью с мелкой ячейей 20-30 мм (Федосеев, Григорьева, 2008).

Добычу краба-стригуна в водах США проводят только донными ловушками. Существует ограничение по количеству ловушек на каждое судно: 250 ловушек для судов длиной более 37,5 м и 200 ловушек для судов длиной менее 37,5 м. Максимальная высота входного отверстия составляет 7,62 см, она установлена для предотвращения поимки королевских крабов, которые крупнее краба-стригуна опилио. Кроме того, ловушки должны быть снабжены отверстиями для выхода непромысловых особей. В качестве таких отверстий должны быть использованы 4 кольца диаметром

9,5 см или «окно», расположенное в вертикальной стороне ловушки, площадью не менее 1/3 стороны и затянутой делью с шагом ячеи не менее 12,7 см. Помимо этого, ловушка снабжается механизмом саморазрушения, состоящим из хлопковой нити (максимальный диаметр – 3 мм) или гальваническим механизмом, который позволяет отрыть ловушку через 30 дней застоя (North Pacific Fishery..., 2009).

При подготовке рекомендаций к техническим мерам регулирования промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море рекомендуется брать за основу существующие отечественные меры регулирования, применяемые на Дальнем Востоке. Общность подходов ко всем российским запасам краба-стригуна опилио позволит наиболее оперативно совершенствовать меры регламентации орудий лова, эффективно контролировать их применение. В качестве одного из основных шагов будущего совершенствования ограничений орудий лова необходимо исследовать целесообразность использования механизмов, предотвращающих поимку непромысловых крабов.

Ограничение сроков и районов промысла. Ограничение сроков промысла крабов в международной практике обычно применяется с целью предотвратить его поимку в период линьки и спаривания (Иванов, 2002; Southern Gulf of At. Lawrence..., 2012). Такие ограничения действуют в водах России (подзона Приморья), США, Гренландии, Японии и в некоторых районах Канады. Однако в некоторых случаях сроки промысла не имеют четкой привязки к жизненному циклу краба, а обусловлены иными причинами. Например, в некоторых зонах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, а также за рубежами российских морских пространств промысел краба-стригуна опилио по срокам не ограничен (Западно-Берингоморская и Восточно-Камчатская зоны России, воды Гренландии севернее 64° с.ш.). При открытии промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море, а также в первые годы его осуществления вводить ограничение промысла по срокам нецелесообразно до проведения исследований, определяющих периоды спаривания и линьки крабов этого вида в баренцево-морских водах.

Ограничение районов промысла крабов в международной практике обычно применяется в целях сохранения пополнения промысловых запасов, их защиты во время линьки и спаривания. Такая практика существует у всех без исключения стран, в водах которых ведется промысел краба-стригуна опилио. Границы и период закрытия районов определяют на основании биостатистики, получаемой в ходе промысла наблюдателями и во время научно-исследовательских съемок. В водах Канады и Гренландии районы, в которых прилов крабов с мягким карапаксом превышает 20 %, подлежат закрытию (Southern Gulf of At. Lawrence..., 2012; U.S. Alaska

King and Snow Crab..., 2012). В водах США могут вводиться районы, на которых действуют иные меры регулирования, в следующих случаях (North Pacific Fishery..., 2009):

- если в районе вследствие низкой численности краба существует вероятность его перелова;

- если существует необходимость изменить минимальный промысловый размер;

- если особенности нереста и линьки краба в этом районе отличаются и необходимо установить иные сроки промысла;

- если существует необходимость увеличить промысловый пресс и перераспределить усилия в районы с низкой промысловой активностью.

Целесообразность введения таких районов в Баренцевом море должна быть выявлена в ходе сбора промысловой и научной информации о распределении молоди и половозрелых самок краба-стригуна опилио. Введение таких ограничений при открытии промысла преждевременно.

Предложения к схеме управления запасом краба-стригуна опилио в Баренцевом море. При подготовке рекомендаций по мерам регулирования нового, формирующегося промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море стоит учитывать, что большинство существующих мер регулирования в районах традиционного обитания крабов этого вида совершенствовались на протяжении всей истории промысла.

Выработка схемы управления промыслом баренцевоморского краба-стригуна опилио не может быть столь продолжительной и должна быть выполнена в несколько последовательных этапов.

На первом этапе необходимо разработать и установить временные меры, целесообразность которых будет проверена на основании анализа их эффективности в ходе нескольких промысловых сезонов. К таким мерам можно отнести ограничение пола и размера вылавливаемых особей, регламентацию орудий лова и лимитирование уровня изъятия от промыслового запаса (определение ОДУ).

Затем, после анализа применения временных мер, на втором этапе осуществляется их возможное изменение. Кроме того, анализируется накопленная биостатистика и вводятся, если это необходимо, меры по ограничению сроков и районов промысла.

В настоящее время целесообразно установить в качестве временных мер регулирования промысла баренцевоморского краба-стригуна опилио следующие ограничения:

- промысловому изъятию подлежат только самцы с ШК, равной или превышающей 100 мм;

- ОДУ составляет 20 % промыслового запаса;

– в качестве промыслового орудия лова используются только донные ставные крабовые ловушки, предусматривающие элементы саморазрушения;

– размер ячеи ловушек устанавливается на либеральном уровне 50 мм.

На начальном этапе развития добычи баренцевоморского краба-стригуна опилио не рекомендуется устанавливать ограничения по срокам, районам и глубинам промысла.

Новый для Баренцева моря промысел краба-стригуна опилио обязательно должен сопровождаться научными исследованиями и мониторингом численности, размерной и половой структуры его популяции, темпа роста, индивидуальной и популяционной плодовитости.

В настоящее время установлены исходные величины этих показателей, характерные для неэксплуатируемой популяции, находящейся в стадии активной акклиматизации. При чрезмерной промысловой эксплуатации может наблюдаться снижение численности самцов, изменение соотношения полов в половозрелой части популяции в сторону увеличения доли самок, уменьшение индивидуальной и популяционной плодовитости вследствие увеличения относительной численности яловых самок и самок с малым количеством оплодотворенной икры, увеличение доли травмированных крабов. Отдаленные последствия перелова – отсутствие полноценного пополнения промыслового запаса, генетический отбор особей с замедленным темпом роста. При первых признаках перелова необходимо менять параметры управления запасом (вплоть до полного прекращения промысла), вводить более строгие технические меры регулирования добычи.

Вместе с тем необходимо учитывать, что краб-стригун опилио является чужеродным объектом по отношению к нативной баренцевоморской фауне. Неконтролируемый рост его численности может привести к необратимым изменениям в экосистеме Баренцева моря. С этой точки зрения целесообразно оценить возможный верхний предел численности краба-стригуна опилио в Баренцевом море, превышение которого грозит нарушением экологического равновесия. В случае приближения численности краба к этому пределу возможно увеличение промысловой нагрузки на его популяцию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам комплексных исследований ПИНРО, выполненных в конце XX – начале первых полутора десятилетий XXI вв., установлено, что к 2015 г. стихийно интродуцировавшийся в Баренцево и Карское моря краба-стригун опилио продолжает образовывать в новом для себя районе самовоспроизводящуюся популяцию.

Следует оговориться, что популяционный статус краба-стригуна опилио Баренцева и Карского морей к настоящему времени окончательно не определен. Вместе с тем, подразумевая свободный обмен генетическим материалом между крабами-стригунами Баренцева и Карского морей, а также продолжающееся становление численности и биомассы краба-стригуна опилио, в настоящее время условно предполагается существование одной метапопуляции, состоящей из двух частей. Каждая из этих частей в настоящее время может успешно самовоспроизводиться.

Баренцевоморская часть метапопуляции краба-стригуна опилио занимает значительно большую площадь и более многочисленна, чем часть, населяющая Карское море. Это обусловлено благоприятным сочетанием подходящих абиотических условий и обильной кормовой базы.

В Баренцевом море современный ареал краба-стригуна опилио, сложившийся к 2015 г., занимает площадь в размере 618 тыс. км², что составляет около 34 % от общей площади Баренцева моря. Этот ареал простирается в восточной части моря от о-ва Колгуев на юге до архипелага Франца-Иосифа на севере. Самые плотные скопления молоди этого вида встречаются в юго-восточном районе (Печорское море) и северо-восточных акваториях у побережья архипелага Новая Земля. Скопления половозрелых особей отмечаются в центральных (Центральная возвышенность) и центрально-восточных (Новоземельская банка) районах.

В ближайшие десятилетия ожидаема дальнейшая экспансия баренцевоморского *S. opilio* в северо-западном направлении, чему будут способствовать холодные течения из Арктического бассейна, направленные к югу от архипелага Земля Франца-Иосифа и вдоль восточного берегов о-вов архипелага Шпицберген. Прогностические оценки показывают, что его ареал потенциально может увеличиться в 2 раза по сравнению с современным уровнем за счет северо-западных районов Баренцева моря и прибрежных акваторий вблизи архипелага Шпицберген.

Возможное похолодание вод Баренцева моря будет способствовать дальнейшей экспансии краба-стригуна опилио в западном направлении и увеличению его численности. При потеплении придонных слоев вод эти процессы замедлятся.

Авторами разделов книги отмечено, что основные биологические процессы краба-стригуна опилио Баренцева моря мало отличаются от таковых, происходящих в других частях его обширного ареала. Вместе с тем, исходя из «чуждой» природы этого вселенца, некоторые аспекты его биологии в Баренцевом море достаточно специфичны. В первую очередь это присуще питанию краба-стригуна опилио в новом для него районе обитания.

Основываясь на экосистемном подходе в изучении каждого вида гидробионтов, специалисты ПИНРО сделали важные выводы о видовом составе пищи краба-стригуна опилио Баренцева моря, частоте встречаемости компонентов его питания.

Величина биомассы бентоса, ежегодно потребляемого баренцевоморским крабом-стригуном опилио, оценена в размере 48-80 тыс. т. Полученный результат дает представление о современном масштабе воздействия вселенца на нативную экосистему.

В то же время новый для Баренцева моря вид ракообразных сам испытывает воздействие со стороны аборигенных видов, в частности хищных рыб. Так, отмечено, что только треска в Баренцевом море в последние годы ежегодно потребляет около 75 тыс. т краба-стригуна опилио. На фоне современной оцененной биомассы этого вида ракообразных такое выедание способно оказывать очень значительное влияние на его популяцию.

С учетом того, что пресс хищничества рыб приходится в основном на мелких особей краба, в том числе его самок, это явление воздействует на нерестовый запас и пополнение промыслового запаса краба-стригуна опилио как нового и важного объекта добычи в Северном рыбохозяйственном бассейне. Не вызывает сомнений, что эти данные в ближайшем будущем следует учитывать в оценке биомассы его промыслового запаса.

Баренцевоморский краб-стригун опилио за прошедшее относительно короткое время с момента его интродукции к началу второго десятилетия XXI в. стал полноценным компонентом промыслового сообщества гидробионтов.

Будущее добычи краба-стригуна опилио в Баренцевом море весьма оптимистично. Это подтверждает как краткая история его промысла в ОЧБМ, начавшегося в 2013 г., так и первый и успешный опыт добычи краба-стригуна опилио в ИЭЗ РФ в 2016 г.

Анализ динамики состояния промыслового запаса баренцевоморского краба-стригуна опилио с 1996 по 2015 г. свидетельствует об устойчивой тенденции к увеличению его численности и биомассы как в ОЧБМ, так и в ИЭЗ РФ. Максимальные оценки промысловой биомассы этого вида ракообразных отмечены в 2015 г. Их медианная оценка составляет около 193 тыс. т. Прогнозируется дальнейший рост биомассы промыслового за-

паса. Вместе с тем следует отметить, что этот ожидаемый рост уже не будет иметь столь скачкообразный характер, как наблюдаемый до 2011 г.

Успеху ожидаемой многолетней промысловой эксплуатации этого нового промыслового запаса будут способствовать совершенствование существующих методов оценки и прогнозирования его состояния, разработка оптимальных ограничений его промысла и технических мер регулирования добычи, становление техники и тактики лова. Вместе с тем при становлении донного ловушечного промысла краба-стригуна опилио необходимо учитывать интересы отечественного традиционного тралового промысла донных рыб, находя компромиссы в использовании одних и тех же промысловых акваторий.

Необходимо отметить, что ко времени написания разделов этой книги многие вопросы, связанные с экологией, биологией, оценкой запаса, промыслом баренцевоморского краба-стригуна опилио, нуждаются в решении либо уточнении. Основная причина этого – незавершенность процесса интеграции этого вида ракообразных в новой экосистеме.

Решение всех таких вопросов осуществимо лишь при условии продолжения комплексных научных исследований краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях, сопровождаемых масштабными экспедиционными работами, а также наблюдениями непосредственно на его промысле.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Айсберги и ледники Баренцева моря: исследования последних лет. Ч. 1: Основные продуцирующие ледники, распространение и морфометрические особенности айсбергов / И. В. Бузин, А. Ф. Глазовский, Ю. П. Гудошников [и др.] // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2008. – № 1 (78). – С. 66-80.

Андреев, В. Л. Классификационные построения в экологии и систематике / В. Л. Андреев. – М.: Наука, 1980. – 142 с.

Анисимова, Н. А. К вопросу об акклиматизации камчатского краба в Баренцевом море / Н. А. Анисимова // Камчатский краб в Баренцевом море / ПИНРО. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – Гл. 1.2. – С. 10-22.

Анисимова, Н. А. Бентос / Н. А. Анисимова, П. А. Любин, Д. Т. Менис // Экосистема Карского моря / ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2008. – Гл. 3. – С. 43-105.

Антипова, Т. В. Сезонные и годовые изменения в питании пикши Баренцева моря / Т. В. Антипова, И. Я. Пономаренко, Н. А. Ярагина // Кормовые ресурсы и пищевые взаимоотношения рыб Северной Атлантики: сб. науч. тр. / ПИНРО, Ихтиол. комис. МРХ СССР. – Мурманск: ПИНРО, 1990. – С. 131-147.

Анциферов, М. Ю. Распределение среднемноголетних гидрометеорологических характеристик в восточной части Баренцева моря в августе и сентябре за период 1972-2001 гг. / М. Ю. Анциферов, В. В. Гузенко. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. – 73 с.

Атлас океанов. Северный Ледовитый океан / отв. ред. С. Г. Горшков. – ВМФ СССР, 1980. – 184 с.

Баканев, С. В. Расселение и оценка возможного ареала краба-стригуна (*Chionoecetes opilio*) в Баренцевом море [Электронный ресурс] / С. В. Баканев // Принципы экологии: науч. электрон. журн. – 2015. – № 3 (15). – С. 27-39. – Режим доступа: <http://ecopri.ru/journal/article.php?id=4401>. – Загл. с экрана.

Баканев, С. В. О моделировании динамики численности краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) в Баренцевом море / С. В. Баканев, В. А. Павлов // Вопр. рыболовства. – 2010. – Т. 11, № 3 (43). – С. 485-496.

Баранов, Ф. И. К вопросу о динамике рыбного промысла / Ф. И. Баранов // Бюл. Рыб. хоз-ва. – № 8. – 1925. – С. 26-38.

Беренбойм, Б. И. Новый вид краба *Geryon tridens* в питании трески в Баренцевом море / Б. И. Беренбойм, А. В. Долгов // Исследования промыс-

ловых беспозвоночных в Баренцевом море: сб. науч. тр. / ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. – С. 15-19.

Берестовский, Е. Г. Питание скатов *Raja radiata* Donovan и *R. fyllae* (Lutken) (Rajidae) в Баренцевом и Норвежском морях / Е. Г. Берестовский // Вопр. ихтиологии. – 1989. – Т. 29, вып. 6. – С. 994-1002.

Берестовский, Е. Г. Питание и пищевая стратегия камбалы-ерша в Баренцевом и Норвежском морях / Е. Г. Берестовский // Вопр. ихтиологии. – 1995. – Т. 35, вып. 1. – С. 94-104.

Бойцов, В. Д. Является ли увеличение температуры воздуха и воды Баренцева моря и уменьшение его ледовитости в последние два десятилетия аналогом потепления Арктики 1920-1950 гг.? / В. Д. Бойцов // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики / ММБИ КНЦ РАН. – М., 2008. – Вып. 8. – С. 51-56.

Виноградов, Л. Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока / Л. Г. Виноградов // Изв. ТИНРО. – 1950. – Т. 33. – С. 179-358.

Воды Баренцева моря: структура, циркуляция, изменчивость / В. К. Ожигин, В. А. Ившин, А. Г. Трофимов [и др.]; отв. ред. Е. В. Сентябов; ПИНРО. – Мурманск: ПИНРО, 2016. – 260 с.

Выедание рыбами обыкновенного краба-стригуна *Chionoecetus opilio* и шримса-медвежонка *Sclerocrangon salebrosa* в заливе Петра Великого (Японское море) в летний период / А. Н. Вдовин, О. И. Пущина, Е. Н. Дробязин [и др.] // Вопр. рыболовства. – 2015. – Т. 16, № 2. – С. 220-232.

Галкин, Ю. И. К вопросу об увеличении промысловой продуктивности Белого и Баренцева морей путем акклиматизации / Ю. И. Галкин // Экологические исследования перспективных объектов матикультуры в Белом море. – Л.: Изд-во Зоол. ин-та АН СССР, 1985. – С. 122-133.

Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Т. 6. Баренцево море. Вып. 1: Гидрологические и гидрохимические условия. Вып. 2: Метеорологические условия / отв. ред. Ф. С. Терзиев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 264 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1. Баренцево море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия / отв. ред. Ф. С. Терзиев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 280 с.

ГОСТ 20919-75. Консервы. Краб мелкий в собственном соку. Технические условия. – Введ. 1976–07–01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 4 с.

ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 141 с.

Денисенко, С. Г. Биоразнообразие и биоресурсы макрозообентоса Баренцева моря: структура и многолетние изменения / С. Г. Денисенко. – СПб.: Наука. – 2013. – 284 с.

Добровольский, А. Д. Моря СССР / А. Д. Добровольский, Б. С. Залогин. – М.: Мысль, – 1965. – 349 с.

Добровольский, А. Д. Моря СССР / А. Д. Добровольский, Б.С. Залогин. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 192 с.

Долгов, А. В. Потребление аркто-норвежской треской промысловых рыб и беспозвоночных в 1984-1993 гг. / А. В. Долгов // Проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых: сб. докл. конф. молодых ученых и специалистов ПИНРО (20-21 апр. 1995 г.) / ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995а. – С. 3-24.

Долгов, А. В. Некоторые вопросы биологии непромысловых видов рыб Баренцева моря / А. В. Долгов // Проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых: сб. докл. конф. молодых ученых и специалистов ПИНРО (20-21 апр. 1995 г.) / ПИНРО. – Мурманск, 1995б. – С. 69-94.

Зацепин, В. И. Питание промысловых косяков трески в южной части Баренцева моря (по наблюдениям в 1934-1938 гг.) / В. И. Зацепин, Н. С. Петрова. – М.; Л.: Пищепромиздат, 1939. – 171 с.

Зенкевич, Л. А. Биология морей СССР / Л. А. Зенкевич. – М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – 740 с.

Зими́на, О. Л. Находка краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788) (Decapoda: Majidae) в Карском море / О. Л. Зими́на // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 6. – С. 497-499.

Зинченко, А. Г. Геоморфологическая основа комплексных ландшафтно-геоэкологических исследований Баренцева моря / А. Г. Зинченко // Опыт системных океанологических исследований в Арктике: сб. науч. ст. – М.: Научный Мир, 2001. – С. 476-481.

Иванов, Б. Г. О поведении некоторых промысловых крабов (Crustacea: Decapoda, Brachyura, Majidae и Anomura, Lithodidae), в частности краба-стригуна (*Chionoecetes opilio*) / Б. Г. Иванов // Зоологический журнал. – 1997. – Т. 76. № 3. – С. 287-293.

Иванов, Б. Г. Некоторые проблемы промысловой гидробиологии в России / Б. Г. Иванов // VI Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным (Калининград, 3-6 сент. 2002 г.): тез. докл. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – С. 17-20.

Иванов, Б. Г. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea Decapoda Brachyura Majidae) в Охотском и Беринговом морях / Б. Г. Иванов, В. И. Соколов // Arthropoda Selecta. – 1997. – Т. 6, вып. 3-4. – С. 63-86.

Иванов, Б. Г. Десятиногие ракообразные (Crustacea, Decapoda) Северной Пацифики как фонд для интродукции в Атлантику: интродукция возможна, но целесообразна ли? / ред. Б. Г. Иванов // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2001. – С. 32-74.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки / Госкомрыболовство России. – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – Вып. 1: Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики / ПИНРО. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – 299 с.

Иоганзен, Б. Г. Об определении показателей встречаемости, обилия, биомассы и их соотношения у некоторых гидробионтов / Б. Г. Иоганзен, Л. В. Файзова // Тр. ВГБО. – 1978. – Т. 22. – С. 215-225.

Карасев, А. Н. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* северной части Охотского моря: особенности биологии, запасы, промысел: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Н. Карасев. – 2009. – 24 с.

Карпевич, А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов / А. Ф. Карпевич. – М.: Пищевая промышленность. – 1975. – 432 с.

Карпевич, А. Ф. Действенность теоретических положений в практике и акклиматизации водных организмов / А. Ф. Карпевич // Избранные труды. – М.: Памятники исторической мысли, – 1998. – С. 667-719.

Карпевич, А. Ф. Некоторые теоретические аспекты и результативности акклиматизации гидробионтов / А. Ф. Карпевич, В. К. Горелов // Результаты работ по акклиматизации водных организмов. – СПб., 1995. – С. 5-15.

Касьянов, В. Л. Популяционные характеристики личинок морских донных беспозвоночных / В. Л. Касьянов // Тез. докл. 5-го съезда ВГБО. – Куйбышев, 1986. – Ч. 1. – С. 94-95.

Кийко, О. А. Многолетние изменения макробентоса в юго-западном секторе Карского моря по материалам количественных исследований / О. А. Кийко, В. Б. Погребов // Материалы XVII научного семинара «Чтения памяти К. М. Дерюгина» (СПбГУ, 5.12.2014 г.) / СПбГУ, каф. ихтиологии и гидробиологии. – СПб., 2015. – С. 19-30.

Кленова, М. В. Геология Баренцева моря / М. В. Кленова. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 367 с.

Кобликов, В. Н. Промысел краба в прибрежных водах Приморья с различными перерывами ведется вот уже на протяжении более чем ста лет. [Электронный ресурс] / В. Н. Кобликов // Fishnews – Новости рыболовства. – 2011. – Режим доступа: <http://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/4072>. – Загл. с экрана.

Кобякова, З. И. Десятиногие раки (Decapoda) района южных Курильских островов / З. И. Кобякова // Исследования дальневосточных морей. – М.; Л. – Т. 5, –1958. – С. 220-248.

Корниенко, Е. С. Определитель личинок крабов инфраотряда Brachyura северо-западной части Японского моря / Е. С. Корниенко, О. М. Корн. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 221 с.

Кузьмин, С. А. Первые находения краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majidae) в Баренцевом море / С. А. Кузьмин, С. М. Ахтарин, Д. Т. Менис // Зоол. журнал – 1998. – Т. 77, № 4. – С. 489-491.

Левин, В. С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей / В. С. Левин. – СПб., 1994. – С. 240.

Левин, В. С. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*: Биология, промысел, воспроизводство / В. С. Левин. – СПб.: Ижица, 2001. – 196 с.

Левин, В. С. Экология шельфа: проблемы промысла донных организмов / В. С. Левин, В. А. Коробков. – СПб.: Элмор. – 1998. – 224 с.

Макаров, В. В. Фауна Decapoda Берингова и Чукотского морей / В. В. Макаров // Исследования дальневосточных морей СССР. – М.; Л.: АН СССР. – 1941. – Т. 1. – С. 111-163.

Макаров, Р. Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западно-камчатского шельфа, и их распределение / Р. Р. Макаров. – М.: Наука, 1966. – 164 с.

Макеенко, Г. А. Результаты исследования репродуктивной системы самок краба-стригуна опилио Баренцева моря с помощью гистологического метода / Г. А. Макеенко, Е. А. Филина // Материалы ХХІХ конференции молодых ученых ММБИ посвящ. 140-летию со дня рождения Г. А. Клюге «Морские исследования экосистем европейской Арктики» / ММБИ КНЦ РАН. – Мурманск, 2011. – С. 133-136.

Манушин, И. Е. Бентос Баренцева моря как кормовая база камчатского краба / И. Е. Манушин, Н. А. Анисимова, П. А. Любин // Камчатский краб в Баренцевом море и его воздействие на экосистему Баренцева моря: сб. тез. 14-го рос.-норв. симп. по рыболовству (Москва, 11-13 авг. 2009 г.) / ВНИРО. – М., 2009. – С. 24-25.

Манушин, И. Е. Характеристика потребления пищи камчатским крабом в Баренцевом море / И. Е. Манушин // Камчатский краб в Баренцевом море / ПИНРО. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – Гл. 3.14. – С. 189-202.

Манушин, И. Е. Средняя масса особи как показатель скорости оборота вещества в популяциях водных эктотермных животных / И. Е. Манушин // Материалы X научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». – СПб.: КопиСервис, 2008. – С. 29-34.

Манушин, И. Е. Пространственно-временные особенности питания камчатского краба и оценка его роли в трофической структуре экосистемы Баренцева моря / И. Е. Манушин, Н. А. Анисимова // Тр. Беломорской Биологической станции МГУ. – М.: Товарищество, 2005. – Т. 10. – С. 104-109.

Матишов, Г. Г. Новые данные о роли желобов в биоокеанологии шельфа Земли Франца-Иосифа и Новой Земли / Г. Г. Матишов, А. Ю. Шабан, Д. Г. Матишов // Препринт. – Апатиты: КНЦ РАН, 1992. – 46 с.

Метелев, Е. А. Особенности полового созревания самок краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в северной части Охотского моря // Е. А. Метелев, А. Н. Карасев // Вопр. рыболовства. – 2008. – Т. 9. – № 2 (34). – С. 395-405.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука. – 1974. – 254 с.

Методы определения микроколичеств пестицидов / под ред. М. А. Клисенко. – М.: Медицина, 1984. – 255 с.

Мирошников, В. В. Предварительные данные по коэффициенту уловистости орудий лова для донных промысловых беспозвоночных / В.В. Мирошников // Сырьевые ресурсы и биологические основы рационального использования промысловых беспозвоночных: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Владивосток, 1988. – С. 41-42.

Надточий, В. А. Питание краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в Анадырском заливе Берингова моря в осенний период / В. А. Надточий, В. И. Чучукало, В. Н. Кобликов // Изв. Тихоок. науч.-исслед. рыбохоз. центра. – 2001. – Т. 128. – С. 432-435.

Надточий, В. А. Характеристика питания камчатского (*Paralithodes camtschatica*) и равношипного (*Lithodes aequispina*) крабов на юге западно-камчатского шельфа в летний период / В. А. Надточий, В. И. Чучукало, В. Н. Кобликов // Изв. ТИНРО: сб. науч. тр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1998. – Т. 124. – С. 651-657.

Низяев, С. А. Причины редукации численности поколения краба и их отражение в его репродуктивной стратегии / С. А. Низяев, В. Я. Федосеев // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях: сб. науч. тр. – Юж.-Сахалинск: Кн. изд-во, 1994. – С. 57-67.

Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (с изменениями на 8 июля 2016 года): Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21.10.13 г. № 385 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации / Консорциум Кодекс. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499054717>.

Одум, Ю. П. Экология: в 2-х т. / Ю. П. Одум. – М.: Мир, 1986. – 376 с.

Ожигин, В. К. Водные массы Баренцева моря / В. К. Ожигин, В. А. Ившин. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. – 48 с.

Определитель фауны и флоры северных морей СССР: учеб. пособие для ун-тов / под ред. Н. С. Гаевской; сост. Г. Г. Абрикосов [и др.]. – М.: Советская наука, 1948. – 737 с.

Павлидис, М. А. Особенности распределения поверхностных осадков восточной части Баренцева моря / М. А. Павлидис // Океанология. – 1995 – Т. 34, № 4. – С. 614-622.

Павлов, В. А. Новые данные о крабе-стригуне *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) Баренцева моря / В. А. Павлов // VII Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (Мурманск, 9-13 окт. 2006 г.): тез. докл. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 109-111.

Павлов, В. А. Питание краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в Баренцевом море / В. А. Павлов // Тр. ВНИРО. – 2007. – Т. 147. – С. 99-107.

Павлов, В. А. Биология краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) в Баренцевом море / В. А. Павлов // Сб. тез. 14-го рос.-норв. симп. по рыболовству (Москва, 11-13 авг. 2009 г.) / ВНИРО. – М., 2009. – С. 47-48.

Павлов, В. А. К биологии краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в Баренцевом море / В. А. Павлов, А. М. Соколов // Тр. ВНИРО / ВНИРО. – М., 2003. – Т. 142: Донные экосистемы Баренцева моря. – С. 144-150.

Павлов, В. А. Краб-стригун опилио // В. А. Павлов, С. В. Баканев // Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики в 2014 г. / ПИНРО; отв. ред. Е. А. Шамрай; сост. А. Л. Карсаков, Г. Г. [и др.]. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2014. – С. 36-38.

Павлов, В. А. Особенности питания краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в восточной части Баренцева моря / В. А. Павлов, М. А. Пинчуков // Промысловые беспозвоночные: VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным (Калининград, 2-5 сент. 2015 г.): материалы докл. / АтлантНИРО, КГТУ. – Калининград, 2015. – С. 88-90.

Павлова, Л. В. Питание камчатского краба в Кольском заливе / Л. В. Павлова // Материалы конф. молодых ученых. – Мурманск: Изд-во ММБИ, 2001. – С. 70-79.

Первеева, Е. Р. Крабы-стригуны / Е. Р. Первеева // Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов. – Юж.-Сахалинск: Дальневосточное кн. изд-во. – 1993. – С. 33-35.

Первеева, Е. Р. Предварительные результаты исследований репродуктивных особенностей самок краба-стригуна *Chionoecetes opilio* у побережья Восточного Сахалина / Е. Р. Первеева // Сб. науч. тр. СахНИРО. – Юж.-Сахалинск: Кн. изд-во, 1996. – Т. 1. – С. 83-89.

Первеева, Е. Р. Плодовитость крабов-стригунов в водах Сахалина и северных Курильских островов / Е. Р. Первеева // Вопр. рыболовства. – 2002. – Т. 3. – № 4. – С. 639-653.

Первеева, Е. Р. Распределение и биология стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в водах, прилегающих к острову Сахалин: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. Р. Первеева. – 2005. – 25 с.

Пинчуков, М. А. Состав пищи и его пространственная изменчивость у камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*, Tilesius) в Баренцевом море / М. А. Пинчуков, В. А. Павлов // VI Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным: тез. докл. (Калининград (пос. Лесное), 3-6 сент. 2002 г.). – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – С. 59-61.

Питание и некоторые черты экологии массовых промысловых видов крабов в водах северо-западной части Японского моря в ранневесенний период / В. И. Чучукало, В. А. Надточий, В. Н. Кобликов [и др.] // Изв. ТИНРО / ТИНРО-Центр. – Владивосток, 2011. – Т. 166. – С. 123-137.

Полтев, Ю. Н. Некоторые особенности биологии и экологии трески (*Gadus macrocephalus*) северокурильских вод в ранний весенний период / Ю. Н. Полтев // Изв. ТИНРО / ТИНРО-Центр. – Владивосток, 2008. – Т. 153. – С. 234-242.

Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России / С. А. Низяев, С. Д. Букин, А. К. Клитин [и др.]. – Юж.-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 114 с.

Природные условия водной среды шельфа юго-восточной части Баренцева моря / В. А. Потанин, С. В. Коротков, С. П. Савельева [и др.] // Природа и хозяйство Севера. – Мурманск: Кн. изд-во, 1986. – С. 37-42.

Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря / В. И. Михайлов, К. В. Бандурин, А. В. Горничных [и др.]. – Магадан: МагаданНИРО, 2003. – 284 с.

Родин, В. Е. Ресурсы крабов в Российской экономической зоне дальневосточных морей / В. Е. Родин, Ю. Г. Блинов, В. В. Мирошников // Рыб. хоз-во. – 1997. – № 6. – С. 27-29.

Роскин, Г. И. Микроскопическая техника / Г. И. Роскин, Л. Б. Левинсон. – М., 1957. – 465 с.

Руководство по современной тонкослойной хроматографии / пер. С. А. Бусева, А. В. Митрошкова, В. В. Петренко; под ред. О. Г. Ларионова. – М.: Науч. Сов. РАН по хроматографии, 1994. – 312 с.

Рысакова, К. С. Применение комплексной технологии переработки непищевых частей краба-стригуна для получения ценных биополимеров / К. С. Рысакова, И. И. Лыжов // Материалы всероссийской конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 125-летию со дня рожде-

ния И. И. Месяцева (Мурманск, 20-22 окт. 2010 г.) / ПИНРО. – Мурманск, 2010. – С. 150-154.

Сапелкин, А. А. Строение половой системы самцов крабов-стригунов / А. А. Сапелкин, В. Я. Федосеев // Биол. моря. – 1981. – № 6. – С. 37-43.

Селин, Н. И. Регенерация конечностей у самцов крабов-стригунов *Chionoecetes bairdi* и *Ch. opilio* / Н. И. Селин // Биол. моря. – 2003. – Т. 29, № 3. – С. 198-201.

Сенников, А. М. Камчатский краб в Баренцевом море / А. М. Сенников // Рыб. хоз-во. – 1989. – № 6. – С. 58-60.

Сенников, А. М. Результаты акклиматизации камчатского краба в Баренцевом море / А. М. Сенников // Материалы отчетной сессии по итогам НИР ПИНРО в 1992 г. / ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1993. – С. 210-219.

Сентябов, Е. В. Физико-географическая характеристика и гидрометеорологические условия Карского моря / Е. В. Сентябов // Экосистема Карского моря / ПИНРО. – Мурманск, 2008. – С. 21-42.

Слизкин, А. Г. Некоторые особенности экологии *Chionoecetes opilio* (Fabricius) в дальневосточных морях / А. Г. Слизкин // II Всесоюзная конференция по биологии шельфа: тез. докл. Ч. 2. – Киев: Наукова думка, 1978. – С. 104-105.

Слизкин, А. Г. Распределение крабов-стригунов рода *Chionoecetes* и условия их обитания в северной части Тихого океана / А. Г. Слизкин // Изв. ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 26-33.

Слизкин, А. Г. Промысловые крабы прикамчатских вод / А. Г. Слизкин, С. Г. Сафронов. – Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика, 2000. – 180 с.

Слизкин, А. Г. Некоторые проблемы оценки запасов промысловых крабов и опыт определения площади эффективного облова прямоугольных ловушек / А. Г. Слизкин, С. Д. Букин // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – С. 625-633.

Слизкин, А. Г. Пространственная структура поселений и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в российском секторе Чукотского моря / А. Г. Слизкин, П. А. Федотов, Г. В. Хен // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. К 70-летию со дня рождения Б. Г. Иванова. – М.: ВНИРО, 2007. – Т. 147. – С. 144-157.

Слизкин, А. Г. Сравнительный анализ габитуса некоторых видов крабов рода *Chionoecetes* (Crustacea, Decapoda) / А. Г. Слизкин, Е. Э. Борисовец, К. А. Згуровский // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128, Ч. 2. – С. 582-610.

Соколов, А. М. Интродукция краба-стригуна опилио в Карское море. Пример дальнейшей адаптивной стратегии этого вида в российском секторе Арктики (по результатам исследований ПИНРО в 2013 г.) / А. М. Соколов // Рыб. хоз-во. – 2014. – № 6. – С. 63-68.

Соколов, В. И. Таксономический статус япономорской и охотоморской форм краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majidae) / В. И. Соколов // Зоол. журн. – 2001. – Т. 80, № 11. – С. 1308-1314.

Список видов свободноживущих беспозвоночных евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики = List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters / под. ред. Сиренко, Б. И. – СПб.: ЗИН РАН, 2001. – 131 с. – (Исслед. фауны морей / ЗИН; Вып. 51(59)).

Сравнительная характеристика гидролаз баренцевоморских крабов-вселенцев / Е. С. Мищенко, К. С. Рысакова, И. И. Лыжов [и др.] // Материалы ХХІХ конференции молодых ученых ММБИ, посвященной 140-летию со дня рождения Г. А. Клюге «Морские исследования экосистем Европейской Арктики» / ММБИ КНЦ РАН. – Мурманск, 2011. – С. 155-159.

Суточный пищевой рацион и некоторые черты биологии краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в весенний период / В. И. Чучукало, В. А. Надточий, О. Ю. Борилко [и др.] // Изв. ТИНРО / ТИНРО-Центр. – 2012. – Т. 171. – С. 226-232.

Сушня, Л. М. Количественные закономерности питания ракообразных / Л. М. Сушня. – Минск: Наука и техника, 1975. – 208 с.

Тарвердиева, М. И. О питании крабов-стригунов *Chionoecetes opilio* и *Ch. bairdi* в Беринговом море / М. И. Тарвердиева // Зоол. журнал. – Т. 60, вып. 7. – 1981. – С. 991-997.

Тарвердиева, М. И. Питание промысловых видов крабов, обитающих на шельфах дальневосточных морей / М. И. Тарвердиева // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2001. – С. 148-156.

Технохимическое исследование рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. – М.: ВНИРО, 1981. – 92 с.

Токранов, А. М. Питание липаровых рыб (Liparidae) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов / А. М. Токранов // Вопр. ихтиологии. – 2000. – Т. 40, № 4. – С. 530-536.

Треска Баренцева моря: биология и промысел / В. Д. Бойцов, Н. И. Лебедь, В. П. Пономаренко [и др.]; отв. ред. В. Н. Шлейник; ПИНРО. – 2-е изд. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – С. 30-51.

Трипольская, В. Н. Питание трески Авачинского залива / В. Н. Трипольская, Л. Д. Андриевская // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 57. – С. 122-134.

Федосеев, В. Я. Длительность и продуктивность сперматогенеза у краба стригуна *Chionoecetes opilio* (волна сперматогенного эпителия) / В. Я. Федосеев // Морские промысловые беспозвоночные. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 36-44.

Федосеев, В. Я. Воспроизводство и формирование популяционной структуры у краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в дальневосточных морях / В. Я. Федосеев, А. Г. Слизкин // Морские промысловые беспозвоночные. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 24-35.

Федосеев, В. Я. Распределение краба-стригуна опилио у берегов Приморья, в районах воспроизводства крабов / В. Я. Федосеев, Н. И. Григорьева // Рыб. хоз-во. – 2008. – № 6. – С. 59-61.

Филина, Е. А. Репродуктивная биология самок краба-стригуна опилио – нового перспективного вида для промысла в Баренцевом море / Е. А. Филина, В. А. Павлов, Г. А. Макеенко // Рыб. хоз-во. – 2011. – № 2. – С. 72-74.

Чучукало, В. И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях / В. И. Чучукало; ТИНРО-Центр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 484 с.

Шагинян, Э. Р. Состояние и перспективы освоения запасов промысловых ракообразных в прикамчатских водах / Э. Р. Шагинян, П. Ю. Иванов, О. Г. Михайлова // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и Сев.-Зап. части Тихого океана: сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 25. – С. 123-144.

Шевелев, М. С. О фактическом вылове донных рыб, добываемых в качестве прилова на траловом промысле в Баренцевом море / М. С. Шевелев, К. М. Соколов // Рыб. хоз-во. – 1997. – № 3. – С. 38-40.

Шибает, С. В. Промысловая ихтиология: учеб. для вузов / С. В. Шибает. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 400 с.

Щербакова, Н. В. Пелагические личинки промысловых видов крабов: морфология, сроки встречаемости и распределение в заливе Петра Великого Японского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. Н. Щербакова. – Владивосток. – 2010. – 24 с.

Abramov, V. Atlas of Arctic Icebergs / V. Abramov. – Backbone Publishing Company, 1996. – 126 p.

Albrecht, G. T. Defining Genetic Population Structure and Historical Connectivity of Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) / G. T. Albrecht // University of Alaska Fairbanks, 2011. – 138 p.

Alsvåg, J. Evidence for a permanent establishment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea / J. Alsvåg, A.-L. Agnalt, K. E. Jørstad // Biological Invasions. – 2009. – Vol. 11. – P. 587-595.

An assessment of Newfoundland and Labrador snow crab in 2000 / E. G. Dawe, H. J. Drew, P. C. Beck [et al.] // Canadian Science Advisory Secretariat. – Research Document 2001/087. – 2001. – 27 p.

Anger, K. Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans / K. Anger. – Invertebr. Reprod. Dev. – Vol. 43. – 2003. – P. 29-45.

Assessment of Newfoundland and Labrador Snow Crab. – DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2012/008. – 2012. – 47 p.

Assessment of Newfoundland and Labrador Snow Crab. Sci. Advis. Rep. 2011/11. Fisheries and Oceans. Canadian [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/344220.pdf>. – Загл. с экрана. – Англ.

Bakanev, S. V. On the Possibility of Using Bayesian Approach to Assess the Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) Stock in the Barents Sea and Spitzbergen / S. V. Bakanev // NAFO SCR Doc. 06/070. – 2006. – № 5195. – 7 p.

Bayes, T. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances / T. Bayes // Philosophical Transactions of the Royal Society. – Biometrika, 1958. – № 45. – P. 293-315.

Biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cran.r-project.org/web/packages/biomod2/>. – Загл. с экрана. – Англ.

Burmeister, A. D. Assessment of snow crab in West Greenland 2013 and 2014 / A. D. Burmeister // Technical Report № 88. – Pinngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut, Greenland Institute of Natural Resources. – 2012. – 45 p.

Changes in embryonic development and hatching in *Chionoecetes opilio* (snow crab) with variation in incubation temperature / J. B. Webb, G. L. Eckert, T. C. Shirley [et al.] // Biol. Bull. – 2007. – Vol. 213. – P. 67-75.

Community structure of epibenthic megafauna in the Chukchi Sea / B. A. Bluhm, K. Iken, S. Mincks Hardy [et al.] // Aquat Biol. – 2009. – Vol. 7. – P. 269-293.

Conan, G. Y. Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio* / G. Y. Conan, M. Comeau // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1986. – Vol. 43. – P. 1710-1719.

Conan, G. Y. Life history and fishery management of majid crabs: The case study of the Bonne Bay (Newfoundland) *Chionoecetes opilio* population / G. Y. Conan, M. Comeau, G. Ronichaud // Int. Counc. Explor. Sea. CM 1992 / K:21. – 1992. – 24 p.

Czeckanovski, J. Zur differential Diagnose der neandertalgruppe Kore-spl / J. Czeckanovski // Dtch. Ges. Antropol, 1909. – Bd. 40. – S. 44-47.

Daly, B. J. The 2013 Eastern Bering Sea Continental Shelf Bottom Trawl Survey: Results for Commercial Crab Species [Electronic resource] / B. J. Daly, C. E. Armistead, R. J. Foy // Draft NOAA Technical Memorandum NMFS–AFSC. U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Ad-

ministration. National Marine Fisheries Service. Alaska Fisheries Science Center. Kodiak Laboratory (Sept., 2013). – 174 p. – Mode of access: <https://www.afsc.noaa.gov/kodiak/shellfish/crabebs/2013EBSSurveyTechMemoDraft.pdf>. – Загл. с экрана. – Англ.

Davidson, K. Discrimination of Atlantic snow crab, *Chionoecetes opilio* populations: A problem of management application / K. Davidson, R. W. Elner, J. Roff // Northwest and Atlantic Fisheries Organization. – SCR Doc. 82/IX/86, serial № N595. – 1982. – 13 p.

Davidson, K. Morphological, Electrophoretic, and Fecundity Characteristics of Atlantic Snow Crab, *Chionoecetes opilio*, and Implications for Fisheries Management / K. Davidson, J. C. Roff, R. W. Elner // Can. J. Fish. Aquaculture Sci. – 1985. – Vol. 42, № 3. – 1985. – P. 474-482.

Die Expedition ARCTIC'93 Der Fahrtabschnitt ARK-IX/4 mit FS «Polarstern» 1993. The Expedition ARCTIC'93 Leg ARK-IX/4 of RV «Polarstern» 1993 // ed. Dieter K. Fütterer with contributions of the participants. – Ber. Polarforsch. 149. – 1994. – 244 p.

Distribution and abundance of decapod crustacean larvae in the southeastern Bering sea with emphasis on commercial species / D. A. Armstrong, L. S. Incze, D. L. Wencker [et al.] // Final Report Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program Research Unit 609. – 1981. – 386 p.

Dolgov, A. V. Feeding and Food Consumption by the Barents Sea Skates / A. V. Dolgov // J. Northw. Atl. Fish. Sci. – 2005. – Vol. 35 – P. 495-503.

Dufour, R. Overview of the distribution and movement of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Atlantic Canada / R. Dufour // Proceedings of the International Workshop on Snow Crab Biology (December 8-10, 1987, Montreal, Quebec). – Can. MS. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2005. – 1988. – P. 75-82.

Effects of Temperature on Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Larval Survival and Development under Laboratory Conditions / T. Yamamoto, T. Yamada, H. Fujimoto [et al.] // J. of Shellfish Res. – 2014. – Vol. 33, Iss. 1. – P. 19-24.

Elner, R. W. Crabs of the Atlantic coast of Canada / R. W. Elner // DFO Underwater World Factsheet UW/43. – 1985. – P. 1-8.

Ennis, G. P. Functional maturity in small male snow crabs (*Chionoecetes opilio*) / G. P. Ennis, R. G. Hooper, D. M. Taylor // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1988. – Vol. 45, № 12. – P. 2106-2109.

Eriksen, E. Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem survey in the Barents Sea, August – September 2012 / E. Eriksen // Joint IMR/PINRO report series, 2012-2. – 108 p.

Fecundity and duration of egg incubation for multiparous female snow crabs (*Chionoecetes opilio*) in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland /

M. Comeau, M. Starr, G. Y. Conan [et al.] // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1999. – № 56. – P. 1088-1095.

Filina, E. A. Spermatogenesis and physiological maturity of male red king crab (*Paralithodes camtschaticus* Tilesius, 1815) and snow crab (*Chionoecetes opilio* Fabricius, 1788) in the Barents Sea / E. A. Filina // Marine Biol. Res. – 2011. – Vol. 7, № 3. – P. 289-296.

Final Crab SAFE. Stock Assessment and Fishery Evaluation Report for the King and Tanner crab fisheries of the Bering Sea and Aleutian Islands Regions / K. Bush, W. Donaldson, M. Dorn [et al.] // North Pacific Fishery Management Council. – Anchorage. – 2013. – 19 p.

Fukataki, H. Number of ovarian eggs of the deep sea edible crab, *Chionoecetes japonicus* Rathbun, in the Japan Sea / H. Fukataki // Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Fish. Res. Bd. Can. Translation Series № 1192. – 1965. – P. 95-97.

Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada / M. Comeau, G. Y. Conan, F. Maynou [et al.] // Can. J. Fish. Aquat. Sci.; J. Can. Sci. Halieut. Aquat. – 1988. – Vol. 55, № 1. – P. 262-279.

Habitat and Spatial Distribution of Early Benthic Stages of the Snow Crab *Chionoecetes opilio* O. Fabricius off the North Shore of the Gulf of St. Lawrence / J.-C. F. Brêthes, F. Coulombe, P.-E. Lafleur [et al.] // J. Crustacean Biology. – 1987. – Vol. 7, № 4 – P. 667-681.

Hammond, C. F. Using reflex action mortality predictors (RAMP) to evaluate if trawl gear modifications reduce the unobserved mortality of Tanner crab (*Chionoecetes bairdi*) and snow crab (*C. opilio*) [Electronic resource] / C. F. Hammond, L. L. Conquest, C. S. Rose // ICES J. Mar. Sci. – 2013. – Mode of access: <http://icesjms.oxfordjournals.org/content/early/2013/06/24/icesjms.fst085.full.pdf+html>. – Загл. с экрана. – АНГЛ.

Haynes, E. Description of the prezoaea and stage II zoeae of *Chionoecetes bairdi* and *C. opilio* (Oxyrhyncha, Oregoneenae) / E. Haynes // Fish. Bull., U.S. – 1973. – Vol. 71. – P. 769-775.

Hvingel, C. A framework to model shrimp (*Pandalus borealis*) stock dynamics and quantify risk associated with alternative management options, using Bayesian methods / C. Hvingel, M. C. S. Kingsley // ICES J. Mar. Sci. – 2006. – Vol. 63. – P. 68-82.

Incze, L. S. Rates of development and growth of larvae of *Chionoecetes bairdi* and *C. opilio* in the southeastern Bering Sea / L. S. Incze, D. A. Armstrong, D. L. Wencker // Proceedings of the International Symposium on the Genus *Chionoecetes*. – Alaska Sea Grant Report, 82-10. – University of Alaska Fairbanks, Alaska Sea Grant College, Fairbanks. – 1982. – P. 191-218.

Jadamec, L. S. Biological Field Techniques for *Chionoecetes* Crab / L. S. Jadamec, W. E. Donaldson, P. Cullenberg. – Published by University of Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks. AK-SG-99-02. – 1999. – 80 p.

Jørgensen, L. L. Effect from the king- and snow crab on Barents Sea benthos / L. L. Jørgensen, V. A. Spiridonov // Results and conclusions from the Norwegian-Russian Workshop in Tromsø 2010. – Fiskeri og Havet nr. 8/2013. – Institute of Marine Research. – Bergen, Norway, 2013. – 41 p.

Kon, T. Fisheries biology of the Tanner Crab IV. The duration of planktonic stages estimated by rearing experiments of larvae. / T. Kon // Bull. Jap. Soc. of Sci. Fish. – 1970. – Vol. 36, № 3. – P. 219-224.

Kon, T. Distribution of snow crab, *Chionoecetes* spp., larvae off Wakasa Bay in the Sea of Japan / T. Kon, T. Adachi, Y. Suzuki // Fish. Sci. – 2003. – Vol. 84. – P. 1109-1115.

Korn, O. M. Seasonal density dynamics and distribution of brachyuran crab larvae (Decapoda: Brachyura) in Amursky and Ussuriysky bays, Sea of Japan / O. M. Korn, E. S. Kornienko // Russian J. Mar. Biol. – 2013. – Vol. 39, № 6. – P. 429-439.

Kuwatani, Y. Studies the on larvae and post-larvae of a Tanner crab *Chionoecetes opilio elongatus* Rathbun. I. On the protozoal larvae / Y. Kuwatani, T. Wakui, T. Nakanishi // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. – Vol. 37. – 1971. – P. 32-40.

Kuzmin, S. Distribution of snow crab *Chionoecetes opilio* (Fabricius) in the Barents Sea / S. Kuzmin // ICES CM 2000/U: 21. – 7 p.

Laurent, T. S. Theory of gel filtration and its experimental verification / T. S Laurent, J. A. Killander / J. Chromat. – 1964. – Vol.14. – P. 317.

Lefebvre, L. Orientation des déplacements de crabes de neiges males (*Chionoecetes opilio*), marqués dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent / L. Lefebvre, J.-C. Brêthes // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1991. – Vol. 48. – P. 1167-1175.

Life-history of snow crab (*Chionoecetes opilio*), and potential spreading of larvae in the Barents Sea [Electronic resource] / A.-L. Agnalt, A. M. Hjelset, G. Dahle [et al.] // Rapport fra Havforskningen. – 2014. – № 18: Report from the workshop on king-and snow crabs in the Barents Sea. – [7 p].

Logerwell, E. Beaufort Sea Marine Fish Monitoring 2008: Pilot Survey and Test of Hypotheses. Final Report [Electronic resource] / E. Logerwell, K. Rand; Alaska Fish. Sci. Center // BOEM: Bureau of Ocean Energy Management. Scientific and Technical Publications for 2010. – BOEMRE 2010-048. – 262 p. – Mode of access: <https://www.boem.gov/Alaska-Reports-2010/>. – Загл. с экрана. – Англ.

Lovrich, G. A. Cannibalism in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Brachyura: Majidae), and its potential importance to recruit-

ment / G. A. Lovrich, B. Sainte-Marie // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1997. – Vol. 211. – P. 225-245.

Lovrich, G. A. Depth distribution and seasonal movements of *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) in Baie Sainte-Marguerite, Gulf of Saint Lawrence / G. A. Lovrich, B. Sainte-Marie, B. D. Smith // Can. J. Zool. – 1995. – Vol. 73. – P. 1712-1726.

Lyubin P. Long-term effects on benthos of the use of bottom fishing gears / P. A. Lyubin, N. A. Anisimova, I. E. Manushin // The Barents Sea: ecosystem, resources, management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation / eds.: T. Jakobsen, V. K. Ozhigin; IMR, PINRO. – Trondheim, 2011. – Chap. 14.6. – P. 768-775.

Makino, M. Marine protected areas for the snow crab bottom fishery off Kyoto Prefecture, Japan / M. Makino // Case studies in fisheries self-governance. – FAO Fish. Tech. Paper. № 504. – Rome. FAO. – 2008. – P. 211-220.

Mallet, P. Periodicity of spawning and duration of incubation time for *Chionoecetes opilio* in the Gulf of St. Lawrence / P. Mallet, G. Y. Conan, M. Moriyasu // ICES CM 1993:K:26. – 19 p.

Moriyasu, M. Embryo development and reproductive cycle in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae), in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada / M. Moriyasu, C. Lanteigne // Can. J. Zool. – 1998. – Vol. 76. – P. 2040-2048.

Comeau, M. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio* / M. Comeau, G. Y. Conan // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1992 – Vol. 49. – P. 2460-2468.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. Fisheries. Alaska Regional Office. Bering Sea and Aleutian Islands (BSAI) Crab Fisheries [Electronic resource]. – 2016a. – Mode of access: <https://alaskafisheries.noaa.gov/fisheries/crab/>. – Загл. с экрана. – Англ.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. Monthly/Seasonal Climate Composites [Electronic resource]. – 2016b. – Mode of access: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl> 2016. – Загл. с экрана. – Англ.

North Pacific Fishery Management Council. Managing our nation's fisheries off Alaska. Navigating the North Pacific Council Process. A guide to the North Pacific Fishery Management Council [Electronic resource]. – 2009. – 2nd ed. – 28 p. – Mode of access: http://www.npfmc.org/wp-content/PDFdocuments/help/Navigating_NPFMC.pdf. – Загл. с экрана. – Англ.

Novitsky, V. P. Constant currents of the northern part of the Barents Sea / V. P. Novitsky // Proceedings of the GOIN. – 1961. – Vol. 64. – P. 3-32.

NSIDC, National Snow and Ice Data Center [Electronic resource]. – 2016. – Mode of access: <http://nsidc.org/data/g02135.html>. – Загл. с экрана. – АНГЛ.

Ogata, T. Studies on the population biology of the edible crab, *Chionoecetes opilio* O. Fabricius in the Japan Sea Region / T. Ogata // Mar. Sci. Men. – 1973. – Vol. 5, № 3. – P. 27-33.

On the effect of red king crab on some components of the Barents Sea ecosystem / N. Anisimova, B. Berenboim, O. Gerasimova [et al.] // Ecosystem dynamics and optimal long-term harvest in the Barents Sea fisheries: proc. of the 11th Russian-Norwegian Symp. (Murmansk, 15-17 Aug. 2005) / IMR, PINRO. – Murmansk: PINRO Press, 2005. – P. 298-306.

Otto, R. S. An overview of the eastern Bering Sea Tanner crab fisheries / R. S. Otto // Proceedings of the International Symposium on genus *Chionoecetes*. – Alaska Sea Grant Rep. 82-10. – 1982. – P. 83-115.

Ozhigin, V. K. The Eastern Basin Water and currents in the Barents Sea / V. K. Ozhigin, A. G. Trofimov, V. A. Ivshin // ICES CM. 2000/L:14. – 19 p.

Panmixia in Alaskan populations of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) (Malacostraca: Decapoda) in the Bering, Chukchi and Beauforts seas / G. T. Albrecht, A. E. Valentin, K. J. Hundertmark [et al.] // J. Crustacean Biology, 2014. – № 34(1), – P. 31-39.

Paul, A. J. A review of size at maturity in male tanner (*Chionoecetes bairdi*) and king (*Paralithodes camtschaticus*) crabs and the methods used to determine maturity / A. J. Paul // Amer. Zool. – 1992. – Vol. 32. – P. 534-540.

Pavlov, V. A. By-catch of snow crab of the genus *Chionoecetes* in greenland halibut fishery in division 3L in 2000 / V. A. Pavlov // NAFO SCR Doc. 01/11 Serial No. N 4378. (Vol. 2). – 2001. – P. 1-4.

Pella, J. J. A generalized stock production model / J. J. Pella, P. K. Tomlinson // Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission. – 1969. – Vol. 13. – P. 419-496.

Population genetic analysis and origin discrimination of snow crab (*Chionoecetes opilio*) using microsatellite markers [Electronic resource] / J. H. Kang, J. Y. Park, E. M. Kim [et al.] // Mol. Biol. Rep. – 2013. – Vol. 40, Iss. 10. – P. 5563-5571. – Mode of access: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24022521>. – Загл. с экрана. – АНГЛ.

Population genetic structure of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) at the Northwest Atlantic scale / O. Puebla, J.-M. Sévigny, B. Sainte-Marie [et al.] // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 2008. – Vol. 65. – P. 425-436.

Population genetics – snow crab. Genetic differentiation around the Arctic Ocean? [Electronic resource] / G. Dahle, A.-L. Agnalt, E. Farestveit [et al.] // Rapport fra Havforskningen. – 2014. – № 18: Report from the workshop on king-and snow crabs in the Barents Sea. – [4 p].

Powles, H. Distribution and biology of the spider crab *Chionoecetes opilio* in the Magdalen Shallows, Gulf of St. Lawrence / H. Powles // Fish. Res. Board Can. MS Rep., No. 997. – 1968. – 105 p.

Rathbun, M. J. New species and subspecies of spider crabs / M. J. Rathbun // Proceed. U.S. Nat. Mus. Bull. 64. Art. 14. – 1924. – 25 p.

Rathbun, M. J. The spider crabs of America / M. J. Rathbun // Bull. U.S. Nat. Mus. – 1925. – Vol. 129. – 613 p.

Recruitment variability in snow crab (*Chionoecetes opilio*): pattern, possible causes, and implications for fishery management / B. Sainte-Marie, J.-M. Sévigny, B.D. Smith [et al.] // High latitude crabs: biology, management, and economics. – Alaska Sea Grant College Program. AK-SC-96-02. – 1996. – P. 451-506.

Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG), 23-29 April 2015, Hamburg, Germany. ICES CM 2015/ACOM:05. – 2015. – 639 p.

Report of the Working Group on the Biology and Life History of Crabs (WGCRAb), 14-18 May 2012. ICES CM 2012/SSGEF:08 – 2012. – 80 p.

Richards, F. J. A flexible growth function for empirical use / F. J. Richards // J. Exp. Bot. – 1959. – Vol. 10. – P. 290-300.

Robichaud, D. A. Differential selection of crab *Chionoecetes opilio* and *Hyas* spp. as prey by sympatric cod *Gadus morhua* and thorny skate *Raja radiata* / D. A. Robichaud, R. W. Elner, F. J. Bailey // Fish. Bull. – Vol. 89, № 4. – 1991. – P. 669-680.

Robichaud, D. A. Growth and distribution of snow crab *Chionoecetes opilio* in the southeastern Gulf of St. Lawrence / D. A. Robichaud, R. F. Bailey, R. W. Elner // J. Shellfish Res. – 1989. – Vol. 8. – P. 13-23.

Russel, F. S. Some theoretical considerations on the «overfishing» problem / F.S. Russel // J. Cons. Intern. Explor. Mer. – 1931. – Vol. 6. – P. 3-27.

Sainte-Marie, B. Reproductive cycle and fecundity of primiparous and multiparous female snow crab, (*Chionoecetes opilio*), in the Northwest Gulf of Saint Lawrence / B. Sainte-Marie // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1993. – Vol. 50. – P. 2147-2156.

Sainte-Marie, B. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) / B. Sainte-Marie, S. Raymond, J.-C. Brethes // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1995. – Vol. 52 – P. 903-924.

Sainte-Marie, B. Molting and mating of snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), in shallow waters of the northwestern Gulf of St. Lawrence / B. Sainte-Marie, F. Hazel // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1992. – Vol. 49 (7). – P. 1282-1293.

Schaefer, M. B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries / M. B. Schaefer // Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 1. – 1954. – P. 25-56.

Schneider, D. Carbon flux to seabirds in waters with different mixing regimes in the southeastern Bering Sea / D. Schneider, G. L. Hunt // Marine Biology. – 1982. – Vol. 67. – P. 337-344.

Siddeek, M. S. M. Determination of biological reference points for Bristol Bay red king crab / M. S. M. Siddeek // Fish. Res. – 2003. – Vol. 65. – P. 427-451.

Sinoda, M. Studies on the fishery of zuwai crab in the Japan Sea / M. Sinoda, T. Kobayashi // IV. Survival rate of female crab. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. – 1968. – Vol. 34 (8). – P. 695-698.

Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Newfoundland and Labrador Region 2009-2011 [Electronic resource] // Government of Canada. Fisheries and Oceans Canada. – Mode of access: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/peches-fisheries/ifmp-gmp/snow-crab-neige/snow-crab-neiges2009-eng.htm>. – Date modified: 2010-04-12. – Загл. с экрана. – Англ.

Somerton, D. A. Regional variation in the size of maturity of two species of tanner crab (*Chionoecetes bairdi* and *C. opilio*) in the eastern Bering Sea, and its use in defining management subareas / D. A. Somerton // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1981. – Vol. 38. – P. 163-174.

Somerton, D. A. Fecundity differences between primiparous and multiparous female Alaskan tanner crab (*Chionoecetes bairdi*) / D. A. Somerton, W. S. Meyers // J. Crust. Biol. – 1983. – Vol. 3, № 2. – P. 183-186.

Southern Gulf of St. Lawrence Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Trap Fishery / D. Garforth, J. Ennis, E. Dunne [et al.] // Public Certification Report For The Affiliation of Seafood Producers Association of Nova Scotia. Report Code: MSC 009. – 2012. – P. 263.

Spatial Distribution of Icebergs in the Barents Sea Based on Archived Data and Observations of 2003 / G. K. Zubakin, A. G. Shelomentsev, D. K. Onshuus [et al.] // Proceedings of 18th International Conference on Port and Ocean Engineering (POAC-2005), Potsdam, USA, 26-30 June, 2005. – P. 575-583.

Squires, H. J. Decapod Crustacea of the Atlantic coast of Canada / H. J. Squires // Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. – Ottawa, 1990. – № 221. – 532 p.

Squires, H. J. Stomach contents of snow crab (*Chionoecetes opilio*, Decapoda, Brachyura) from the Northeast Newfoundland Shelf / H. J. Squires, E. G. Dawe // J. Northw. Atl. Fish. Sci. – 2003. – Vol. 32. – P. 32-38.

Sundet, J. H. The snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea [Electronic resource] / J. H. Sundet // Rapport fra Havforskningen. – 2014. – № 18: Report from the workshop on king-and snow crabs in the Barents Sea. –

Mode of access: https://www.imr.no/filarkiv/2014/05/hi-rapp_18-2014_king_and_snow_til_web.pdf/nb-no. – Загл. с экрана. – АНГЛ.

The 2013 assessment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F) [Electronic resource] / M. Hébert, E. Wade, P. DeGrâce [et al.] // DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/084. – 2014. – 45 p. – Mode of access: https://www.afsc.noaa.gov/REFM/Stocks/fit/PDFS/FINAL_REPORT.pdf. – Загл. с экрана. – АНГЛ.

The Barents Sea – Ecosystem, Resources, Management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation / IMR, PINRO; eds.: T. Jakobsen, V. K. Ozhigin. – Trondheim, 2011. – 825 p.

Tremblay, M. J. Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Distribution Limits and Abundance Trends on the Scotian Shelf / M. J. Tremblay // J. Northwest Atl. Fish. Sci. – 1997. Vol. 21. – P. 7-22.

U.S. Alaska King and Snow Crab Bering Sea Commercial Fisheries (200 mile EEZ) // Alaska Seafood Marketing Institute (ASMI). – Client Ref: AK/Cra/001/2012. – 2012. – 314 p.

Watson, J. Maturity, mating and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio* / J. Watson // J. Fish. Res. Board Can. – 1970. – Vol. 27. – P. 1607-1616.

Watson, J. Mating behavior in the spider crab, *Chionoecetes opilio* / J. Watson // J. Fish. Res. Board Can. Vol. 29 (4). – 1972. – P. 447-449.

Watson, J. Recaptures and movements of tagged snow crab (*Chionoecetes opilio*) in 1970 from the Gulf of St. Lawrence / J. Watson, P.G. Wells // Fish. Res. Bd. Canada Tech. Rep. – 1972. – Vol. 349. – 12 p.

WoRMS, World Register of Marine Species [Electronic resource]. – 2016. – Mode of access: <http://www.marinespecies.org/index.php> 2016. – Загл. с экрана. – АНГЛ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакционной коллегии. <i>Соколов К.М.</i>	5
Введение. <i>Соколов К.М.</i>	6
1. Современный статус краба-стригуна опилио в Мировом океане.....	9
1.1. Пространственное распределение краба-стригуна опилио. <i>Соколов К.М., Павлов В.А.</i>	9
1.2. Об акклиматизации краба-стригуна опилио в водах Баренцева и Карского морей. <i>Стрелкова Н.А.</i>	17
2. Условия существования краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях.....	35
2.1. Абиотические условия в восточной части Баренцева моря. <i>Ившин В.А., Балякин Г.Г., Стесько А.В.</i>	35
2.2. Сообщества макрозообентоса в области распределения краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях. <i>Захаров Д.В., Стрелкова Н.А., Любин П.А., Манушин И.Е.</i>	59
3. Биология краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях.....	74
3.1. Пространственное распределение краба-стригуна опилио в Баренцевом море. <i>Баканев С.В., Жак Ю.Е., Павлов В.А.</i>	74
3.2. Структура баренцевоморской популяции краба-стригуна опилио. <i>Баканев С.В., Павлов В.А.</i>	84
3.3. Репродуктивная система краба-стригуна опилио в Баренцевом море. <i>Филина Е.А.</i>	100
3.4. Ранний онтогенез краба-стригуна опилио. <i>Прокопчук И.П., Павлов В.А., Гордеева А.С., Орлова А.С., Нестерова В.Н.</i>	111
3.5. Питание краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях. <i>Манушин И.Е., Павлов В.А., Пинчуков М.А., Носова Т.Б.</i>	125
3.6. Потребление пищи крабом-стригуном опилио в Баренцевом и Карском морях. <i>Манушин И.Е.</i>	136
3.7. Краб-стригун опилио как объект питания рыб в Баренцевом море. <i>Долгов А.В., Бензик А.Н.</i>	140
3.8. Питание сайки личинками краба-стригуна опилио. <i>Прокопчук И.И.</i>	154
4. Оценка промыслового запаса и промысел краба-стригуна опилио в Баренцевом и Карском морях.....	158
4.1. Методы оценки запаса краба-стригуна опилио и его динамика. <i>Баканев С.В.</i>	158
4.2. Начало промысла краба-стригуна опилио в Баренцевом море. <i>Баканев С.В., Павлов В.А., Муллин Ю.Н., Соколов К.М.</i>	167
4.3. Структура уловов на промысле краба-стригуна опилио в Баренцевом море. <i>Муллин Ю.Н., Павлов В.А.</i>	175
4.4. Влияние донного тралового промысла на баренцевоморского краба-стригуна опилио. <i>Соколов К.М.</i>	182
4.5. Технологические аспекты производства продукции из краба-стригуна опилио. <i>Степаненко В.В.</i>	188
4.6. Химический состав и биохимические свойства краба-стригуна опилио в Баренцевом море. <i>Мухортова А.М., Лыжов И.И., Мухин В.А.</i>	192
4.7. Рекомендации по использованию орудий лова при промысле баренцевоморского краба-стригуна опилио. <i>Кондратюк Ю.А.</i>	198
4.8. Настоящее и будущее регулирования промысла баренцевоморского краба-стригуна опилио. <i>Баканев С.В., Соколов К.М.</i>	209
Заключение. <i>Соколов К.М.</i>	217
Список использованной литературы.....	220

CONTENTS

From editorial board. <i>Konstantin M. Sokolov</i>	5
Introduction. <i>Konstantin M. Sokolov</i>	6
1. Current status of the snow crab in the World Ocean.....	9
1.1. Spatial distribution of the snow crab. <i>Konstantin M. Sokolov, Valery A. Pavlov</i>	9
1.2. Acclimatization of the snow crab in the Barents and the Kara seas. <i>Natalia A. Strelkova</i>	17
2. Living conditions for the snow crab in the Eastern part of the Barents Sea.....	35
2.1. Abiotic conditions in the Eastern part of the Barents Sea. <i>Viktor A. Ivshin,</i> <i>Grigory G. Balyakin, Alexey V. Stesko</i>	35
2.2. Macrobenhtos communities in the areas of the snow crab distribution in the Barents and the Kara seas. <i>Denis V. Zakharov, Natalia A. Strelkova, Pavel A. Lyubin,</i> <i>Igor E. Manushin</i>	59
3. Biology of the snow crab in the Barents Sea and the Kara seas.....	74
3.1. Spatial distribution of the snow crab in the Barents Sea. <i>Sergey V. Bakanev,</i> <i>Yuri E. Zhak, Valery A. Pavlov</i>	74
3.2. The Barents Sea snow crab population structure. <i>Sergey V. Bakanev,</i> <i>Valery A. Pavlov</i>	84
3.3. Reproductive system of the Barents Sea snow crab. <i>Elena A. Filina</i>	100
3.4. Early life stages of the Barents Sea snow crab. <i>Irene I. Prokopchuk,</i> <i>Valery A. Pavlov, Anna S. Gordeeva, Anna S. Orlova, Valentina N. Nesterova</i>	111
3.5. The snow crab feeding in the Barents and the Kara seas. <i>Igor E. Manushin, Valery A.</i> <i>Pavlov, Mikhail A. Pinchukov, Tatyana B. Nosova</i>	125
3.6. Food consumption by the snow crab in the Barents and the Kara seas. <i>Igor E. Manushin</i>	136
3.7. The snow crab as component of the Barents Sea fish diet. <i>Andrey V. Dolgov,</i> <i>Alexander N. Benzik</i>	140
3.8. Feeding of the polar cod by snow crab larvae. <i>Irene I. Prokopchuk</i>	154
4. The snow crab commercial stock assessment. Fishery in the Barents and the Kara seas.....	158
4.1. The snow crab stock assessment methods. Stock dynamics. <i>Sergey V. Bakanev</i>	158
4.2. Beginning of the snow crab fishery in the Barents Sea. <i>Sergey V. Bakanev,</i> <i>Valery A. Pavlov, Yuri N. Mullin, Konstantin M. Sokolov</i>	167
4.3. The snow crab catch structure in case of fishery in the Barents Sea. <i>Yuri N. Mullin,</i> <i>Valery A. Pavlov</i>	175
4.4. Influence of the bottom trawl fishery on the Barents Sea snow crab. <i>Konstantin M. Sokolov</i>	182
4.5. Technological aspects of the snow crab production. <i>Viktor V. Stepanenko</i>	188
4.6. Chemical composition and biochemical properties of the Barents Sea snow crab. <i>Anna M. Mukhortova, Ivan I. Lyzhov, Vyacheslav A. Mukhin</i>	192
4.7. Recommendations for use of fishing gears on the Barents Sea snow crab fishery. <i>Yuri A. Kondratjuk</i>	198
4.8. Present and future in the Barents Sea snow crab fishery regulations. <i>Sergey V. Bakanev,</i> <i>Konstantin M. Sokolov</i>	209
Conclusion. <i>Konstantin M. Sokolov</i>	217
References.....	220

**КРАБ-СТРИГУН ОПИЛИО
CHIONOECETES OPILIO
В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ**

Редакторы В.А. Гребнева, Е.Н. Кривошеева, Л.Н. Нестерова
Технический редактор Е.Н. Кривошеева
Обложка К.М. Соколов

Подписано в печать 21.11.2016 г.

Формат 60x84/16.

Уч.-изд. л. 17,0.

Усл. печ. л. 14,0.

Тираж 100 экз.

Заказ 15.

183038, Мурманск, ул. Академика Книповича, 6, ПИНРО.