

На правах рукописи

Щербакова Наталья Викторовна

**ПЕЛАГИЧЕСКИЕ ЛИЧИНКИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ КРАБОВ:
МОРФОЛОГИЯ, СРОКИ ВСТРЕЧАЕМОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В
ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ**

03.02.10 – гидробиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток
2010

Работа выполнена в Лаборатории воспроизводства беспозвоночных
Федерального государственного унитарного предприятия «Тихоокеанский
научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» Федерального агентства
по рыболовству МСХ РФ

Научный руководитель кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Корн Ольга Михайловна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Звягинцев Александр Юрьевич

кандидат биологических наук
Слизкин Алексей Гаврилович

Ведущая организация Всероссийский научно-
исследовательский институт
рыбного хозяйства и
океанографии

Защита состоится «24» декабря 2010 г. в 10.00 часов на заседании
диссертационного совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря им. А.В.
Жирмунского ДВО РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17.
Факс: (4232) 310900. Электронный адрес: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии моря им.
А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан «17» ноября..2010 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета,
кандидат биологических наук



Е.Е. Костина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последние годы численность промысловых крабов в зал. Петра Великого Японского моря неуклонно снижается. Для разработки эффективных мер по ее восстановлению и увеличению необходимо исследование современного состояния популяций промысловых видов в этом регионе. Важным этапом в решении этой проблемы является изучение пелагического периода в жизненном цикле крабов. Личиночная стадия – наиболее уязвимый период, от выживания личинок и их успешного оседания на субстрат зависит численность будущих поколений.

Многочисленные исследования зарубежных авторов посвящены срокам встречаемости и распределению личинок промысловых крабов в прибрежных водах Японии (Fukataki, 1969; Ito, Ikehara, 1971; Yoshio et al., 1996; Takayanagi et al., 1999; Ueda et al., 1999; Kon et al., 2003), в Беринговом и Охотском морях (Incze et al., 1987; Kuwahara, Mizushima, 1999). В работах отечественных авторов показаны плотность и распределение личинок этих видов в Татарском проливе, у берегов Камчатки, Сахалина и Курильских островов (Макаров, 1966; Абрамова, 2002, 2004, 2005; Клитин, 2002; Галанин, Абрамова, 2004; Абрамова, Клитин, 2005; Первеева, Абрамова, 2005). Для зал. Петра Великого подобные сведения отсутствуют.

Цель и задачи работы. Цель работы – получить современные данные по морфологии, срокам встречаемости, плотности и распределению личинок пяти видов промысловых крабов: камчатского (*Paralithodes camtschaticus*), стригуна опилю (*Chionoecetes opilio*), четырехугольного волосатого (*Erimacrus isenbeckii*), пятиугольного волосатого (*Telmessus cheiragonus*) и японского мохнаторукого краба (*Eriocheir japonica*) в зал. Петра Великого Японского моря.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить особенности морфологии личинок промысловых видов крабов и составить ключ для их определения в планктоне зал. Петра Великого Японского моря.
2. Установить сроки появления, периоды встречаемости и рассмотреть условия среды обитания личинок крабов в зал. Петра Великого.
3. Провести количественную оценку личинок крабов на обследуемой акватории и охарактеризовать особенности их распределения.

Научная новизна. Впервые исследованы сроки встречаемости, условия обитания, плотность и распределение личинок *Paralithodes camtschaticus*, *Chionoecetes opilio*, *Erimacrus isenbeckii*, *Telmessus cheiragonus*, а также *Eriocheir japonica* в зал. Петра Великого Японского моря. Изучены особенности морфологии личинок промысловых видов крабов, составлен ключ для их определения в планктоне исследуемого района. Все полученные результаты являются новыми для науки.

Практическое значение. Оценка плотности скоплений личинок в зал. Петра Великого послужит материалом для изучения состояния естественного воспроизводства промысловых видов крабов.

Детальные сведения по морфологии личинок будут использованы при исследовании планктона.

Информация о сроках встречаемости личинок в планктоне и их распределению полезна при разработке биотехнологий культивирования промысловых видов крабов в зал. Петра Великого Японского моря.

Личное участие автора. Н.В. Щербакова самостоятельно планировала проведение научных исследований, принимала личное участие в сборе материала при проведении планктонных съемок в северной части Амурского залива в 2006–2008 гг., самостоятельно проводила обработку всего планктонного материала. Автор самостоятельно осуществляла интерпретацию полученных результатов и формулирование научных выводов.

Апробация работы. Основные положения диссертации были представлены на V региональной конференции по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии (Владивосток, 2002); на 8-ой Международной Пущинской школе-конференции молодых ученых «Биология – наука XXI века» (Пушино, 2004); на X съезде Гидробиологического общества при РАН (Владивосток, 2009); на отчетных сессиях ФГУП «ТИНРО–Центра» в 2007 – 2008 гг., на объединенном заседании гидробиологического, экологического и ихтиологического семинаров ИБМ ДВО РАН 14 октября 2010 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы из 258 наименований. Работа изложена на 139 страницах, включает 47 рисунков и 18 таблиц.

Благодарности. Автор выражает особую благодарность своему научному руководителю к.б.н. О.М. Корн за всестороннюю помощь в процессе выполнения работы над диссертацией. Автор также выражает признательность своим коллегам из лаборатории воспроизводства беспозвоночных и других лабораторий «ТИНРО–Центра» за ценные советы и помощь в сборе материала.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

Приведены сведения о распространении и особенностях репродуктивной биологии *Paralithodes camtschaticus*, *Chionoecetes opilio*, *Erimacrus isenbeckii*, *Telmessus cheiragonus* и *Eriocheir japonica*. Показаны сроки размножения, плодовитость, особенности пелагического периода крабов в разных районах обитания.

Глава 2. Физико-географическая характеристика района исследований

Рассмотрены физико-географические условия зал. Петра Великого, определяющие видовой состав взрослых гидробионтов и плотность их личинок в планктоне, – географическое положение, климат, гидрологический режим и гидрохимические характеристики.

Глава 3. Материал и методика

Материал для настоящей работы был собран в ходе планктонных съемок, проведенных в зал. Петра Великого Японского моря.

Сбор личинок камчатского краба, краба-стригуна опилю, четырехугольного и пятиугольного волосатых крабов выполнен в зал. Петра Великого и прилегающей акватории до изобаты 200 м в апреле–мае 2004–2006 гг. (рис. 1). Планктон отбирали ежедневно на 5–9 станциях (общее количество станций – 176) с помощью сети ИКС–80 с диаметром входного отверстия 80 см и фильтрующим конусом из газа № 14. Вертикальный облов проводили в 200–метровом слое воды, на станциях с меньшими глубинами – в слое от дна до поверхности.

Сбор личинок японского мохнаторукого краба выполнен в северной части Амурского залива в июне–сентябре 2006–2008 гг. Планктон отбирали еженедельно на 13 станциях в слое воды от дна до поверхности (максимальная глубина 20 м) (рис. 2). Орудием лова служила модифицированная сеть Апштейна с диаметром входного отверстия 25 см и фильтрующим конусом из газа № 55.

Для уточнения сроков встречаемости личинок всех видов крабов были использованы также сборы планктона, выполненные на всей акватории Амурского и Уссурийского заливов в 2007 и 2008 гг. В этом случае планктон отбирали дважды в месяц, с конца апреля по октябрь на 66 станциях в слое воды от дна до поверхности (рис. 3). Орудием лова служила сеть Джеди с диаметром входного отверстия 38 см и фильтрующим конусом из газа № 49.

Одновременно с отбором планктона на каждой станции измеряли температуру поверхностного слоя воды (0.5–0 м).

В связи с небольшим количеством личинок в планктоне исследовали ночные качественные сборы, проведенные в 2008 г. и в 2009 г. в зал. Восток с использованием источника света. Поскольку личинки декапод обладают хорошо выраженным положительным фототаксисом, данный метод является наиболее эффективным для исследования их биологического разнообразия.

Планктонные пробы фиксировали 4%-ным формальдегидом. Всего в ходе исследований обработано 2093 пробы. Для видовой идентификации личинок крабов и определения их возрастных стадий использовали работы разных авторов (Marukawa, 1933; Sato, 1958; Kurata, 1963a,b, 1964; Макаров, 1966; Haynes, 1973, 1981; Motoh, 1973; Kim, Hwang, 1990; Jensen et al., 1992; Konishi, 1997; Konishi, Shikatani, 1999, 2000; Корниенко, Корн, 2005; Корниенко и др., 2007).

Количество личинок в 1 м³ воды рассчитывали по формуле:

$$N = n / \pi R^2 H,$$

где N – количество личинок в 1 м³; n – количество личинок в пробе; $\pi \sim 3.14$; R – радиус входного отверстия сети, м; H – глубина лова, м.

Карты распределения личинок построены в программе Surfer 8 методом Natural Neighbours. Изученная область ограничивалась береговой линией с небольшим отступом в мористую сторону у открытых берегов и не распространялась на кутовые части бухт и заливов.

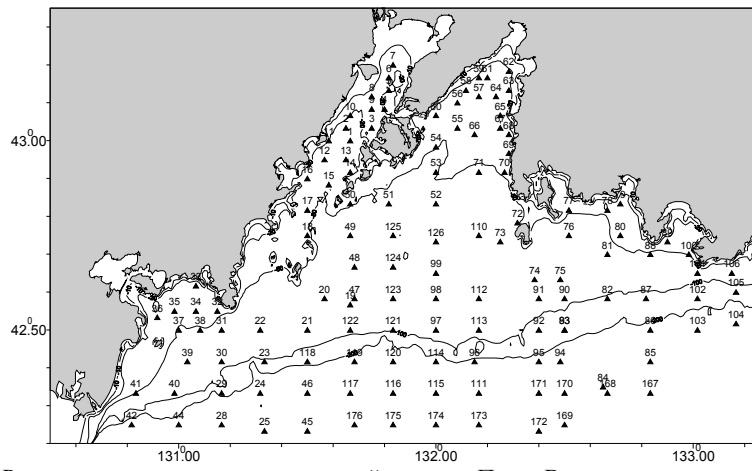


Рис. 1. Расположение планктонных станций в заливе Петра Великого в апреле–мае 2004–2006 гг.

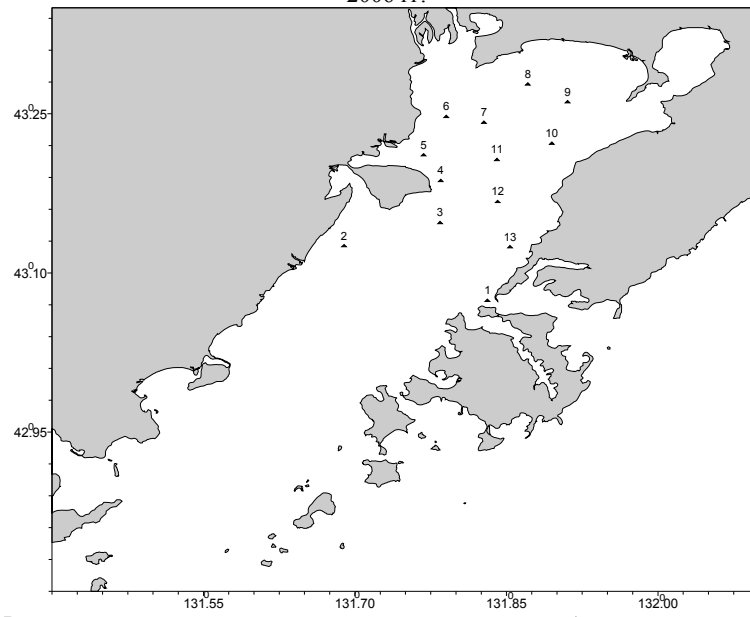


Рис. 2. Расположение планктонных станций в северной части Амурского залива в июне–сентябре 2006–2008 гг.

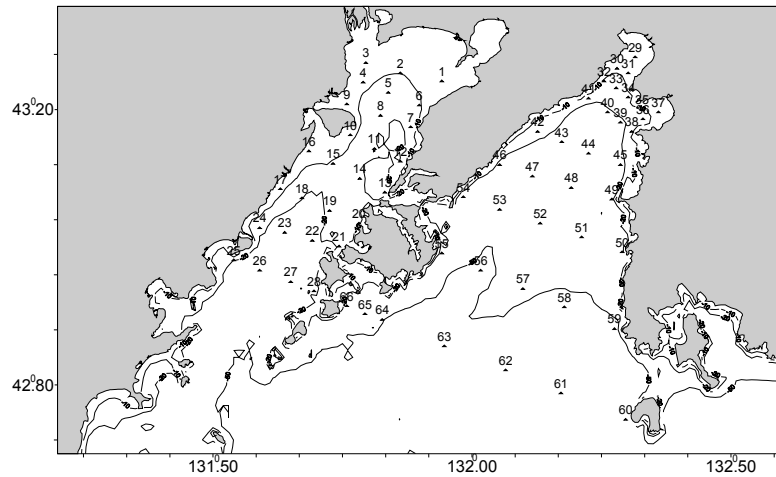


Рис. 3. Расположение планктонных станций в Амурском и Уссурийском заливах в апреле–октябре 2008 г.

У зоа *Brachyuga* измеряли длину карапакса от основания роstralного шипа до середины заднего края карапакса (CL), расстояние между вершинами дорсального и роstralного шипов (DRL), длину латеральных шипов карапакса (LSL) и длину латеральных шипов тельсона (TSL). У зоа *Anomura* измеряли длину карапакса (CL) от основания роstralного шипа до середины заднего края карапакса, длину роstralного шипа (RSL) и длину постеролатеральных шипов карапакса (PSL). Для промеров каждой стадии зоа использовали не менее 10 экземпляров. Контуры личинок зарисовывали, используя рисовальный аппарат PA-7 с микроскопом Ergaval (Carl Zeiss Jena).

Глава 4. Морфология личинок промысловых видов крабов

4.1. Весенний планктон

Весенний планктон зал. Петра Великого не так богат личинками декапод, как летний, но именно в этот период встречаются зоа большинства промысловых видов крабов и крабоидов. Помимо них в марте–мае отмечены личинки зубчатого подкаменщика, каменного крабоида, краба-паука, а также личинки некоторых раков-отшельников.

Разработана и проиллюстрирована таблица для определения стадий зоа инфраотрядов *Brachyuga* и *Anomura* в весеннем планктоне данного района. Приведено краткое морфологическое описание личинок исследуемых промысловых видов (рис. 4А–В, Д). Развитие *Paralithodes camtschaticus* включает четыре стадии зоа, *Chionoecetes opilio* две стадии зоа, *Erimacrus isenbeckii* и *Telmessus cheiragonus* пять стадий зоа (табл. 1, 2).

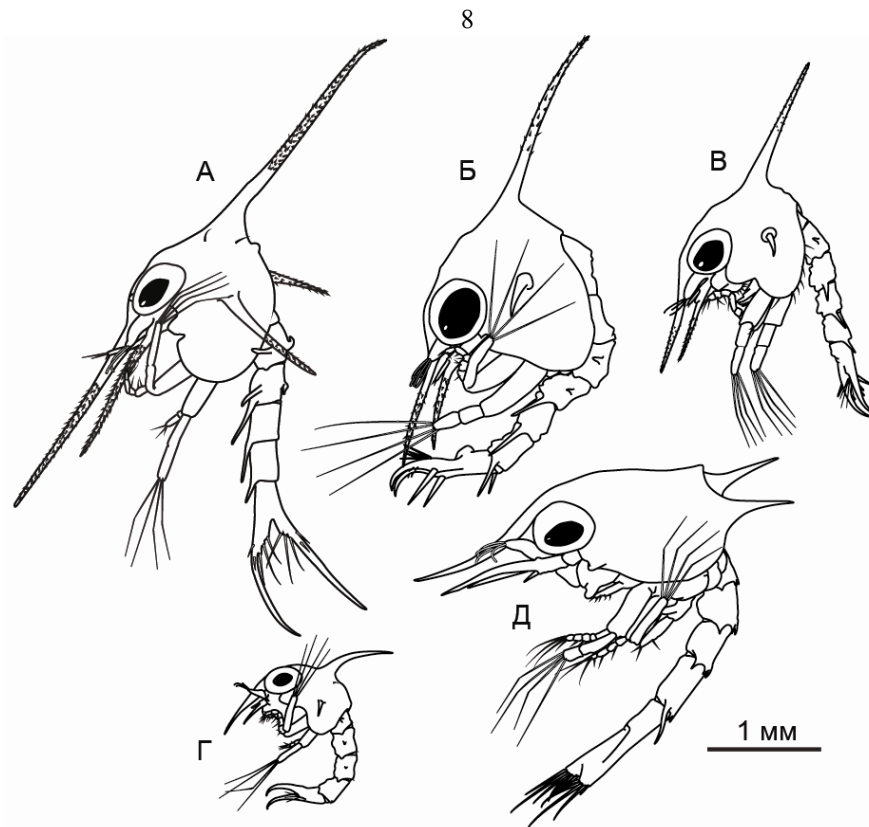


Рис. 4. Внешний вид зоеа I *Chionoecetes opilio* (А), *Erimacrus isenbeckii* (Б), *Telmessus cheiragonus* (В), *Eriocheir japonica* (Г) и *Paralithodes camtschaticus* (Д).

Таблица 1.

Размеры личинок *Paralithodes camtschaticus* (среднее значение±стандартное отклонение, мм)

Стадия	CL	RSL	PLS
зоеа I	1.44±0.05	1.32±0.03	0.61±0.04
зоеа II	1.68±0.08	1.42±0.08	0.63±0.09
зоеа III	2.10±0.12	1.60±0.11	0.66±0.04
зоеа IV	2.50±0.07	1.70±0.04	0.72±0.05

Таблица 2.

Размеры личинок трех видов *Brachyura* (среднее значение±стандартное отклонение, мм)

Стадия	CL	DRL	LSL	TSL
<i>Chionoecetes opilio</i>				
зоеа I	1.02±0.07	5.04±0.18	1.11±0.02	0.09±0.01
зоеа II	1.12±0.0	7.0±0.20	1.15±0.17	0.12±0.03

<i>Erimacrus isenbeckii</i>				
зола I	1.33±0.06	3.05±0.15	0.36±0.03	0.33±0.03
зола II	1.39±0.10	3.52±0.17	0.37±0.03	0.35±0.03
зола III	1.61±0.11	3.99±0.38	0.41±0.02	0.36±0.01
зола IV	1.77±0.11	4.45±0.01	0.48±0.04	0.39±0.02
зола V	2.43±0.17	5.45±0.28	0.44±0.07	0.45±0.06
<i>Telmessus cheiragonus</i>				
зола I	0.84±0.15	2.44±0.07	0.13±0.04	0.14±0.02
зола II	1.01±0.09	2.82±0.11	0.21±0.05	0.16±0.01
зола III	1.17±0.06	3.07±0.09	0.22±0.04	0.18±0.01
зола IV	1.25±0.04	3.43±0.09	0.24±0.02	0.18±0.02
зола V	1.91±0.14	4.01±0.25	0.28±0.03	0.21±0.02

4.2. Летний планктон

В летнем планктоне зал. Петра Великого встречены личинки 14 видов Brachyura, в том числе зола прибрежных крабов семейства Vaginidae, имеющие большое сходство. Это личинки трех видов рода *Hemigrapsus* – *H. sanguineus*, *H. penicillatus* и *H. longitarsis*, а также промыслового вида *Eriocheir japonica*. Разработана и проиллюстрирована таблица для определения стадий зола родов *Eriocheir* и *Hemigrapsus* в летнем планктоне данного района. Приведено краткое морфологическое описание личинок японского мохнаторукого краба (рис. 4Г). Развитие этого вида включает пять стадий зола (табл. 3).

Таблица 3.

Размеры личинок *Eriocheir japonica* (среднее значение ± стандартное отклонение, мм)

Стадия	CL	DRL	LSL
зола I	0.55±0.03	1.13±0.08	0.15±0.03
зола II	0.63±0.06	1.22±0.14	0.14±0.03
зола III	0.91±0.03	1.80±0.38	0.21±0.28
зола IV	1.13±0.13	2.31±0.17	0.10±0.01
зола V	1.51±0.14	3.07±0.02	0.08±0.01

4.3. Особенности идентификации личинок промысловых видов крабов

При идентификации личинок промысловых крабов в планктоне зал. Петра Великого имеются определенные трудности. В весеннем планктоне первая сложность состоит в разделении семейств Paguridae и Lithodidae. Работа Макарова (1966), неоднократно цитируемая в отечественной литературе, в значительной степени устарела, так как за прошедшие годы появилось много новых описаний личинок сем. Paguridae, и разделительные признаки, приведенные Макаровым, оказались неэффективными. Например, согласно Макарову, у личинок литодид рострум и ветви антенны значительно короче, чем у пагурид. Однако зола *Pagurus minutus* имеют очень короткий рострум (Hong, 1981), а у личинок *P. brachiomastus* (Konishi, Quintana, 1987) он лишь немногим превышает 1/2 длины карапакса. В то же время у зола *Paralithodes camtschaticus* рострум длинный и практически равен длине карапакса. Длина ветвей антенны относительно карапакса у личинок *P. camtschaticus* примерно такая же, как у зола

P. proximus (Kornienko, Korn, 2006). Число щетинок на экзоподитах уроподов также не является разделительным признаком, так как личинки многих раков-отшельников, обитающих в зал. Петра Великого (*P. minutus*, *P. brachiomastus*, *P. middendorffii*, *P. proximus*), также как и зоа литодид, имеют по 3–4 щетинки на экзоподитах уроподов (Konishi, Quintana, 1987, 1988; Kornienko, Korn, 2006).

При разделении семейств Paguridae и Lithodidae гораздо надежнее использовать признаки, предложенные Кониси и Сикатани (Konishi, Shikatani, 1999) – наличие у зоа литодид почек эндоподитов на максиллипедах III и отсутствие у них характерной для личинок пагурид анальной щетинки. Кроме того, уроподы, появляющиеся на старших стадиях зоа, у литодид не имеют эндоподитов, а на экзоподитах у них отсутствует апикальный шип, что верно отмечено Макаровым (1966).

Значительные трудности представляет идентификация личинок крабов-стригунов *Chionoecetes opilio* и *C. japonicus*. Морфологические характеристики личинок *C. opilio* и *C. japonicus* очень сходны, кроме того, была показана возможность существования гибридных особей (Nishimura, Mizusawa, 1969). Попытки обобщить различия между зоа и мегалопами этих двух видов предпринимались неоднократно (Kurata, 1963b; Haynes, 1973, 1981; Motoh, 1973, 1976; Yoshio et al., 1996; Konishi, Shikatani, 2000; Konishi et al., 2002). При идентификации зоа I обычно используется длина постеролатеральных шипов: у *C. japonicus* они длиннее, чем у *C. opilio*, у первого вида шипы на сомите 3 выдаются за край сомита 4 более чем на 1/3 его длины. При идентификации зоа II обычно используется длина дорсолатеральных выростов на абдоминальном сомите 3: они достигают заднего края сомита у *C. opilio* и не достигают у *C. japonicus*. По этим признакам личинки, обнаруженные в зал. Петра Великого, принадлежат *C. opilio*.

При определении личинок рода *Paralithodes* в качестве разделительного признака обычно указывают количество щетинок на тельсоне. Однако некоторые авторы не учитывают вторую от внешнего края тонкую аномурную щетинку. На самом деле, на тельсоне у *P. brevipes* 7+7 щетинок на стадии зоа I и 8+8 щетинок на последующих стадиях, у *P. camtschaticus* 8+8, а у *P. platypus* 9+9 щетинок на всех стадиях зоа. Число щетинок на тельсоне – самый надежный признак при разделении личинок *P. camtschaticus* и *P. platypus*. Помимо этого зоа *P. camtschaticus* немного мельче и отличаются более длинным рострумом.

При идентификации личинок японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica*, встречающихся в летнем планктоне зал. Петра Великого, также существуют определенные трудности. Однако, несмотря на большое сходство личинок родов *Eriocheir* и *Hemigrapsus*, первые обладают рядом отличительных признаков на всех стадиях развития.

На стадии зоа I личинок *E. japonica* можно отличить по наличию дорсолатеральных выростов на 2–4-м сомитах абдомена. У личинок рода *Hemigrapsus* такие выросты есть только на 2-м и 3-м сомитах. Кроме того, расстояние между вершинами дорсального и рострального шипов у зоа I *E. japonica* больше 1 мм, в то время как у личинок рода *Hemigrapsus* – меньше 1 мм. На старших стадиях зоа различаются в основном количеством перистых

щетинок, расположенных вдоль постероventральных краев карапакса и на постеродорсальной арке. Появляются также различия в вооружении максиллул и максилл: начиная со стадии зоза III количество щетинок у *E. japonica* больше, чем у представителей рода *Hemigrapsus*.

Глава 5. Сроки встречаемости и плотность личинок промысловых видов крабов в планктоне залива Петра Великого

В ходе весенних съемок 2004–2006 гг. личинки промысловых крабов встречались в небольшом количестве и не на всех станциях (табл. 6, 7). Личинки *Chionoecetes opilio* оказались наиболее многочисленными и обнаружены на наибольшем количестве станций. Значительно реже отмечены личинки *Paralithodes camtschaticus* и *Erimacrus isenbeckii*. Личинки *Telmessus cheiragonus* встречались единично – по данным планктонных съемок, репродуктивный потенциал популяции пятиугольного волосатого краба в зал. Петра Великого достаточно низкий.

Таблица 6.

Количество станций в заливе Петра Великого, на которых были встречены личинки промысловых крабов весной 2004–2006 гг.

Вид	Число станций		
	2004 г.	2005 г.	2006 г.
<i>Chionoecetes opilio</i>	58	43	69
<i>Paralithodes camtschaticus</i>	47	9	6
<i>Erimacrus isenbeckii</i>	36	20	16
<i>Telmessus cheiragonus</i>	2	2	7

Таблица 7.

Объем собранного материала за период планктонных съемок в заливе Петра Великого весной 2004–2006 гг.

Вид	Количество обнаруженных личинок, экз.					
	Зоэа I	Зоэа II	Зоэа III	Зоэа IV	Зоэа V	Всего
<i>Chionoecetes opilio</i>	1005	26	–	–	–	1031
<i>Paralithodes camtschaticus</i>	177	403	15	5	–	600
<i>Erimacrus isenbeckii</i>	2	92	159	51	–	304
<i>Telmessus cheiragonus</i>	–	15	16	1	–	32

5.1. *Paralithodes camtschaticus*

В 2004–2006 гг. зоэа *Paralithodes camtschaticus* наблюдали в зал. Петра Великого с середины апреля до конца второй декады мая (рис. 5). В 2005 г. развитие личинок этого вида, по сравнению с предыдущим годом, было более продолжительным. Если в 2004 г. зоэа III появились в планктоне уже в последнюю декаду апреля, то в 2006 г. зоэа III наблюдали в первой декаде мая, а в 2005 г. зоэа III появились только в третьей декаде мая. Плотность личинок камчатского краба в 2004–2006 гг. была довольно низкой – от 0.02 до 13.3 экз/м³.

В результате пересчета на общее количество обследованных станций средняя плотность личинок для зал. Петра Великого составила лишь 0.056 экз/м^3 .

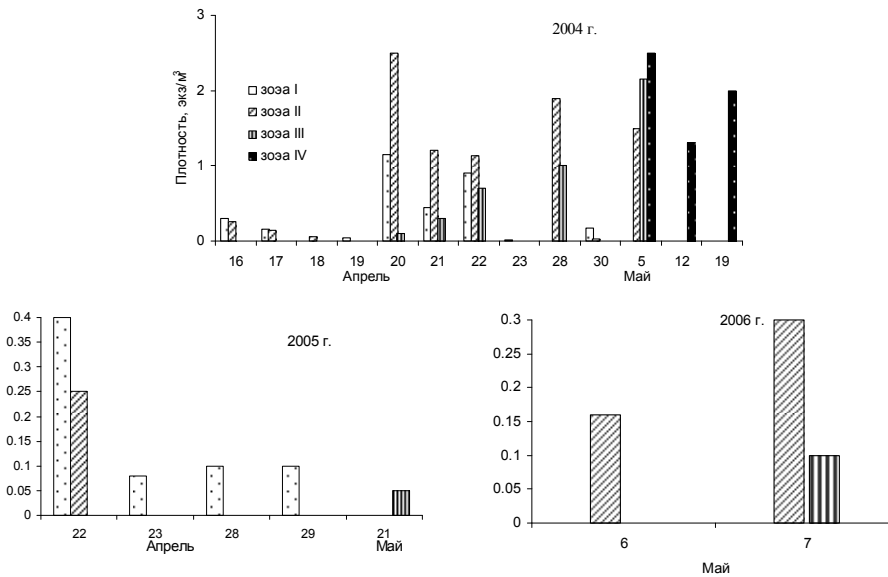


Рис. 5. Сезонная динамика плотности личинок камчатского краба в заливе Петра Великого весной 2004, 2005 и 2006 гг.

Сборы, проведенные в 2007–2009 гг. в зал. Восток, в Амурском и Уссурийском заливах для уточнения сроков встречаемости личинок, показали, что единичные зоэа камчатского краба появлялись в планктоне уже в середине марта, при температуре воды -1.0°C ; массовый выход личинок происходил к концу марта. Зоэа присутствовали в планктоне до конца второй декады мая, при температуре воды до 9.3°C . В марте–апреле встречались в основном зоэа I и II, в мае зоэа III и IV. Единственная мегалопа этого вида обнаружена во второй половине мая над глубиной 27 м при температуре 8.4°C (табл. 9).

5.2. *Chionoecetes opilio*

В 2004–2006 гг. зоэа *Chionoecetes opilio* наблюдали в зал. Петра Великого с середины апреля до конца второй декады мая (рис. 6). Так же как и в случае с камчатским крабом, продолжительность пелагического периода стригуна опилио в 2005 и в 2006 гг., по сравнению с 2004 г., была больше, так как до 20 мая в эти годы встречались только зоэа I. В 2004–2006 гг. личинки *C. opilio* были встречены в зал. Петра Великого с довольно низкой плотностью – от 0.01 до 1.3 экз/м^3 .

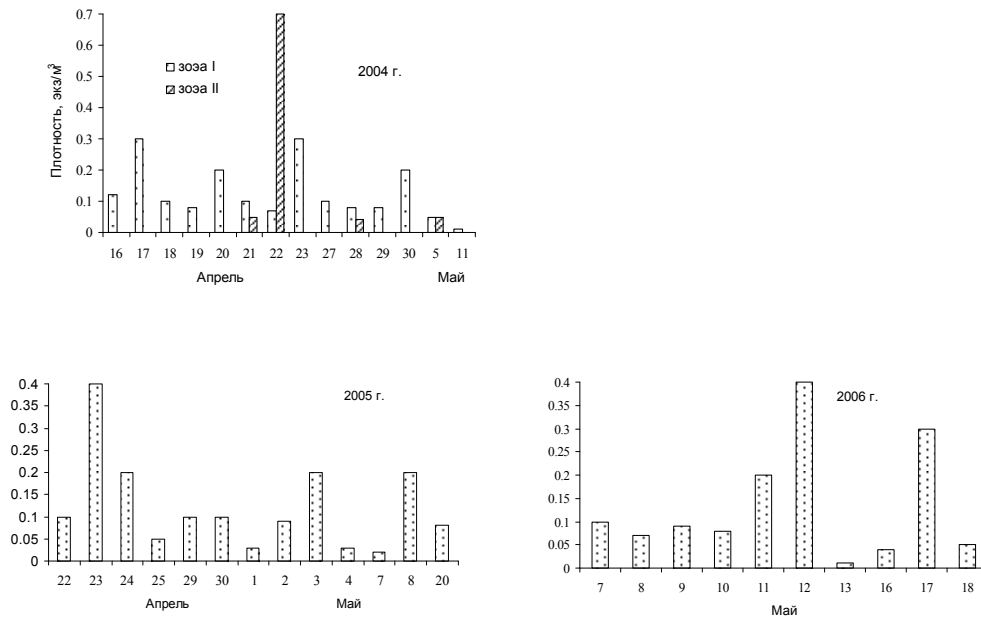


Рис. 6. Сезонная динамика плотности личинок краба-стригуна опилио в заливе Петра Великого весной 2004, 2005 и 2006 гг.

Сборы, проведенные в 2007–2009 гг., показали, что *C. opilio* имеет наиболее длительный пелагический период по сравнению с другими видами крабов. В эти годы зоа краба-стригуна появлялись в планктоне также в середине апреля, однако присутствовали до начала августа, при температуре воды от 2.8 до 23.2°C, достигая в мае–июне плотности 32–41 экз/м³. Зоа I преобладали в апреле–первой половине мая, зоа II – во второй половине мая, в начале июня отмечены первые мегалопы. Единичные зоа наблюдались в планктоне еще в июле и в начале августа (табл. 9).

5.3. *Erimacrus isenbeckii*

В 2004–2006 гг. зоа *Erimacrus isenbeckii* наблюдали в зал. Петра Великого с середины апреля до конца мая (рис. 7). Если в 2004 г. в середине апреля преобладали зоа III, то в 2005 г. в этот период еще доминировали зоа II, а в мае 2006 г. личинки находились на III–IV стадиях развития. В исследуемые годы личинки четырехугольного волосатого краба имели довольно низкую плотность – от 0.02 до 2 экз/м³.

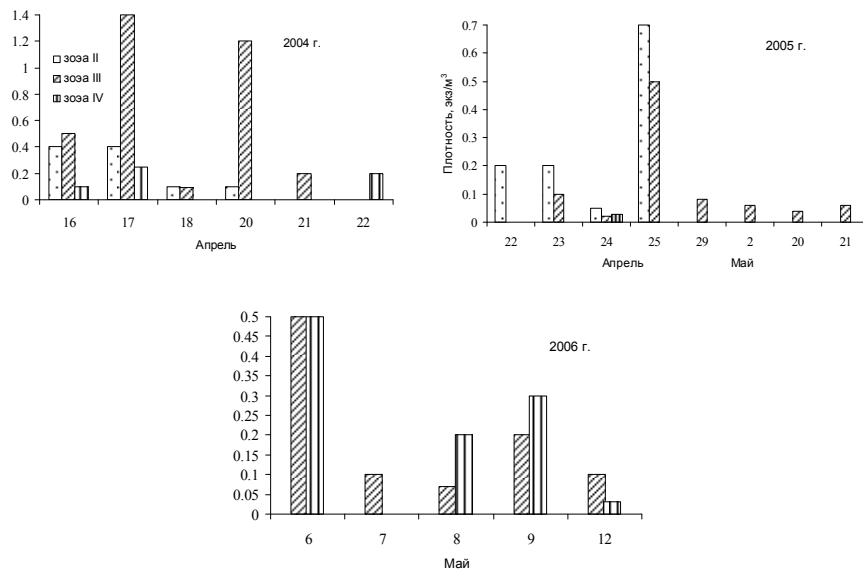


Рис 7. Сезонная динамика плотности личинок четырехугольного волосатого краба в заливе Петра Великого весной 2004, 2005 и 2006 гг.

Сборы, проведенные в 2007–2009 гг., показали, что зоа *E. isenbeckii* появлялись в планктоне уже в середине марта вместе с личинками камчатского краба и присутствовали до начала июня, при температуре воды от -1 до 10.8°C . В июне были отмечены только мегалопы этого вида (табл. 9).

5.4. *Telmessus cheiragonus*

В 2004–2006 гг. зоа *Telmessus cheiragonus* наблюдали в зал. Петра Великого с конца апреля до конца мая (табл. 8). Несмотря на то, что в нашем распоряжении было очень мало личинок пятиугольного волосатого краба, очевидно, что в 2004 г. их развитие происходило всего быстрее, так как в конце апреля все встреченные экземпляры были на третьей стадии. В 2005 г. в те же сроки часть личинок была еще на второй стадии, а в 2006 г. зоа II наблюдали даже в середине мая. В исследуемые годы личинки пятиугольного волосатого краба имели низкую плотность – от 0.02 до 1.33 экз/м³.

Таблица 8.

Личинки пятиугольного волосатого краба в планктоне залива Петра Великого весной 2004–2006 гг.

Год исследований	Стадия развития	Диапазон плотности, экз/м ³	Период встречаемости
2004	III	0.02–0.05	28.04–11.05
2005	II	0.03	24.04–21.05
	III	1.33	13.05–21.05

2006	II	0.06–0.7	06.05–18.05
	IV	0.03–0.5	07.05

Сборы, проведенные в 2007–2009 гг., показали, что зоа *T. cheiragonus* появлялись в планктоне в середине апреля и присутствовали до конца июня, при температуре воды от 4.1 до 13.0°C. В июне отмечены только мегалопы этого вида (табл. 9).

Таким образом, из четырех промысловых видов, личинки которых встречались в весенний период, наиболее рано (в середине марта) выходят в планктон зоа камчатского и четырехугольного волосатого крабов. Личинки стригуна опилио и пятиугольного волосатого крабов появляются позже (в апреле). Однако если пелагический период камчатского и волосатых крабов, который включает 4 и 5 стадий зоа, продолжается около двух (но не более трех) месяцев, то единичные личинки стригуна, имеющего всего 2 стадии зоа, можно встретить и летом вплоть до начала августа. Длительность каждой стадии зоа у этого вида составляет не менее месяца. У всех видов крабов в планктоне развивается одна генерация личинок.

Таблица 9.

Сроки встречаемости личинок промысловых крабов в заливе Петра Великого

Вид	Месяцы													
	III		IV			V		VI		VII		VIII		IX
	16–31	1–15	16–30	1–15	16–31	1–15	16–30	1–15	16–31	1–15	16–30	1–15		
<i>Paralithodes camtschaticus</i>	+	+	+	+	+									
<i>Erimacrus isenbeckii</i>	+	+	+	+	+	+								
<i>Telmessus cheiragonus</i>		+	+	+	+	+	+							
<i>Chionoecetes opilio</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Eriocheir japonica</i>						+	+	+	+	+	+	+	+	

5.5. *Eriocheir japonica*

В ходе летних съемок 2006–2008 гг. личинки *Eriocheir japonica* встречались почти на всех станциях, их численность значительно превышала плотность других промысловых крабов. В 2006–2007 гг. первые личинки появились в середине, а в 2008 г. – уже в начале июня при температуре 12°C. Если в 2006 г. массовый выход личинок японского мохнаторукого краба происходил только один раз (рис. 8), то в 2007 г. дважды, так как пики плотности зоа I были отмечены в середине июня и в начале августа (рис. 9), а в 2008 г. трижды – в начале июня, июля и августа. В 2007 г. плотность личинок в южной части Амурского залива достигала 20.6 экз./м³, а в 2008 г. – 67.9 экз./м³. Таким

образом, *E. japonica* в разные годы продуцирует за сезон размножения от одной до трех генераций личинок. Это подтверждается литературными данными об откладке самками икры до трех раз и снижении их плодовитости в течение одного сезона размножения (Kobayashi, Matsuura, 1995; Kobayashi, 2001; Барабанщиков, 2002; Семенова, 2005).

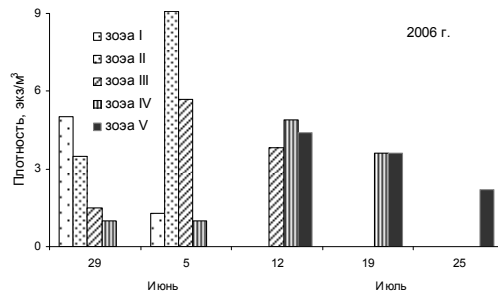


Рис. 8. Сезонная динамика плотности личинок японского мохнаторукого краба в северной части Амурского залива в 2006 г.

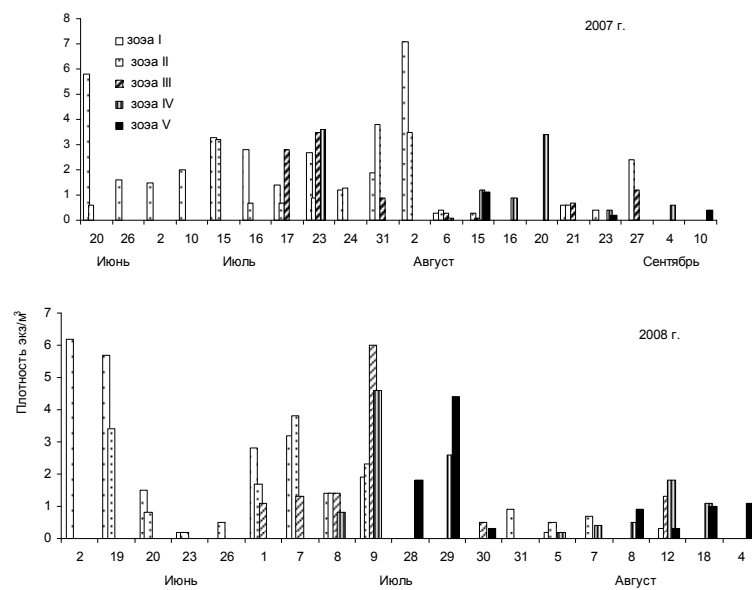


Рис. 9. Сезонная динамика плотности личинок японского мохнаторукого краба в Амурском и Уссурийском заливах в 2007 и 2008 гг.

5.6. Влияние условий среды на пелагический период развития крабов

Температура

В период планктонных исследований в зал. Петра Великого в 2004–2006 гг. поверхностная температура воды изменялась в пределах 2.8–9.3°C. По данным Нуждина (2005), наиболее высокие среднедекадные температуры были зарегистрированы весной 2004 г., в 2006 г. они были несколько ниже, и самой холодной была весна 2005 г. По нашим данным, личиночный период всех четырех видов крабов был наиболее коротким в 2004 г., при наиболее высоких среднедекадных температурах. В 2006 г. личинки находились в планктоне несколько дольше. Самым продолжительным развитие было в 2005 г., при самых низких среднедекадных температурах. Таким образом, наши данные подтверждают хорошо известный факт, что сроки нахождения личинок декапод в планктоне зависят от температуры воды, при ее понижении пелагический период увеличивается, развитие их замедляется (Макаров, 1966).

Согласно литературным данным, выход в планктон личинок четырех видов крабов, размножающихся в весенний период, также связан с температурой воды, с продвижением к северу ареала он смещается на более поздние сроки (Макаров, 1966; Корн, 1980; Клитин, Кочнев, 1999; Ueda et al., 1999; Клитин, 2002; Абрамова, 2004, 2005; Абрамова, Клитин, 2005; Первеева, Абрамова, 2005; Щербакова и др., 2008).

Японский мохнаторукий краб – субтропический вид. Приморье является северной границей его распространения. Естественно, что сезон размножения этого вида приурочен здесь к самым высоким температурам. В период развития личинок *Eriocheir japonica* в 2006 г. температура воды в Амурском заливе изменялась в пределах 16.4–22.9°C, в 2007 г. температурный диапазон составил 14.2–23.2°C, в 2008 г. 12–23.8°C. Среднедекадные температуры воды в Амурском заливе летом 2008 г. были более высокими, то есть более благоприятными для развития краба, чем в два предыдущих года, что, по-видимому, обусловило увеличение количества генераций личинок.

Соленость

Личинки промысловых типично морских крабов, как правило, развиваются при нормальной морской солености. Для катадромного японского мохнаторукого краба соленость является не менее важным фактором, чем температура. Несмотря на то, что взрослые особи этого вида живут при 0–10‰ (Барабанщиков, 2002), личинки его предпочитают более высокую соленость.

По нашим данным, соленость поверхностного слоя воды в Амурском и Уссурийском заливах в период встречаемости личинок японского мохнаторукого краба изменялась от 19.2 до 32.2 ‰. Наиболее низкие значения (19.2–26.4 ‰) отмечены в 2006 г. В 2007–2008 гг. диапазон солености поверхностного слоя воды составил 24.0–32.2 ‰, наименьшие ее значения отмечены в северной мелководной части Амурского залива. В лабораторных условиях личинки этого вида успешно развивались при нормальной морской солености 32–33‰ (Kim, Hwang, 1990; Корниенко, Корн, 2005).

Фитопланктон

Выживаемость личинок беспозвоночных во многом зависит от снабжения пищей. Хотя личинки декапод преимущественно хищники, ранние стадии развития питаются и фитопланктоном. В высоких широтах была обнаружена

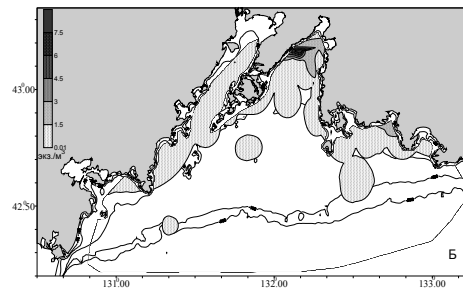
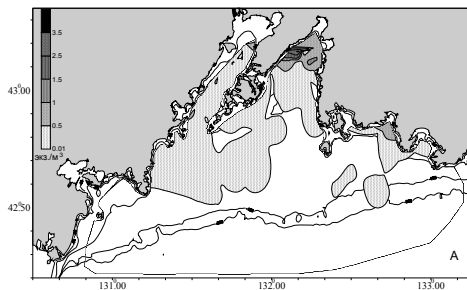
отчетливая связь между выходом личинок камчатского краба и весенней вспышкой фитопланктона (Shirley S., Shirley T., 1989). Особенность сезонной динамики развития фитопланктона в прибрежной зоне зал. Петра Великого состоит в наличии зимнего и отсутствии типичного для морей умеренных широт весеннего цветения. В марте–апреле, когда личинки камчатского краба и других промысловых видов появляются в планктоне, биомасса фитопланктона минимальная (20–80 мг/м³) (Коновалова, 1982; Шевченко и др., 2004). Следовательно, вспышка фитопланктона вряд ли служит стимулом для выхода личинок крабов в этом районе.

Глава 6. Распределение личинок промысловых крабов в планктоне залива Петра Великого

6.1. *Paralithodes camtschaticus*

Распределение личинок промысловых видов крабов определяется двумя факторами – расположением поселений взрослых особей и системой течений, которые разносят их личинок.

Камчатский краб совершает нерестовые миграции по направлению к берегу, поэтому в зал. Петра Великого почти все нерестовые поля этого вида располагаются на глубинах от 3 до 50 м (Калчугин, 2006). Выпуск личинок происходит на глубине 24–40 м (Повесьма, 2004). По нашим данным, распределение личинок разных стадий было пространственно неоднородным. Зона I наблюдали как в малых заливах (Амурский, Уссурийский, Восток, Находка), так и в открытой части зал. Петра Великого (рис. 10А). Одновременно на данных акваториях, но в основном до 100-метровой изобаты, были встречены и зона II (рис. 10Б), тогда как зона III обнаружены лишь до 50-метровой изобаты – в центральной части Уссурийского залива и в восточной части зал. Петра Великого, вблизи заливов Восток, Находка и Стрелок (рис. 10В). Максимальные концентрации личинок *Paralithodes camtschaticus* отмечены в Уссурийском заливе, над глубинами 15–25 м. По данным траловых съемок 2004 г. (Результаты..., 2004), молодь камчатского краба концентрировалась в центральной части Уссурийского залива, как раз в том районе, где по нашим данным наблюдалась наибольшая плотность личинок старших стадий и где, по-видимому, происходит оседание мегалоп на субстрат. По нашим данным, выживаемость зою от стадии II до стадии IV составила 1.5 %.



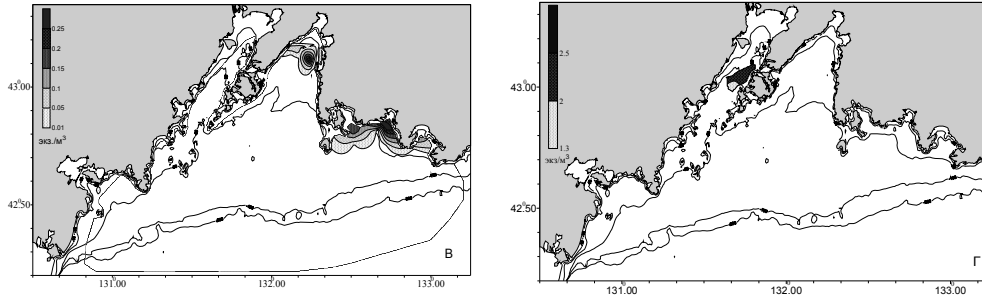


Рис. 10. Распределение зоэа камчатского краба в планктоне залива Петра Великого в апреле 2004 г.: зоэа I (А), зоэа II (Б), зоэа III (В) и зоэа IV (Г).

6.2. *Chionoecetes opilio*

Наиболее многочисленными из четырех видов промысловых крабов в зал. Петра Великого были личинки краба-стригуна опилио. Они широко распространены практически на всей его акватории вплоть до 200-метровой изобаты. Поскольку крабы-стригуны нерестовых миграций не совершают (Слизкин, Сафронов, 2000), личинки ранних стадий концентрируются недалеко от родительских поселений. Картина распределения зоэа I (рис. 11А) вполне соответствовала распространению взрослых самок (Калчугин, 2006).

Длительность каждой стадии зоэа *C. opilio* составляет не менее месяца. За это время зоэа II переносится течениями ближе к берегу и, также как личинки камчатского краба, сосредотачиваются в зонах прибрежных круговоротов, до 50-метровой изобаты. Наибольшие концентрации старших стадий отмечены в Амурском заливе вблизи п-ова Ломоносова и в центральной части Уссурийского залива (рис. 11Б).

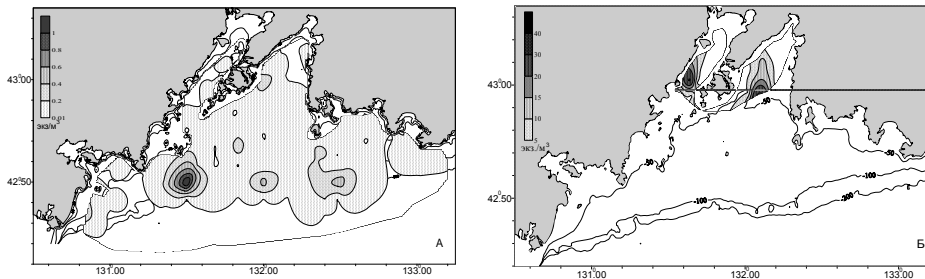


Рис. 11. Распределение зоэа I краба-стригуна опилио в апреле-мае 2004 г. в планктоне залива Петра Великого (А), и зоэа II в мае-июне 2008 г. (Б).

6.3. *Erimacrus isenbeckii*

Личинки четырехугольного волосатого краба на ранних стадиях развития встречались в северо-западной части зал. Петра Великого до 100-метровой изобаты, а также в Амурском, Уссурийском заливах и вблизи о-ва Путятина до 50-метровой изобаты (рис. 12А). Волосатые крабы нерестовых миграций также

не совершают, и личинки ранних стадий концентрируются недалеко от родительских поселений. Карты распределения половозрелых самок (Жорж, 2008) и личинок имеют значительное сходство, за исключением того, что области повышенной плотности личинок располагались несколько ближе к берегу, на меньших глубинах, чем взрослые особи. На поздних стадиях развития часть личинок вынесена в центральную открытую часть зал. Петра Великого, однако, наибольшие плотности зооа отмечены в Амурском заливе вблизи о-ва Русский и в зал. Посьета (рис. 12Б).

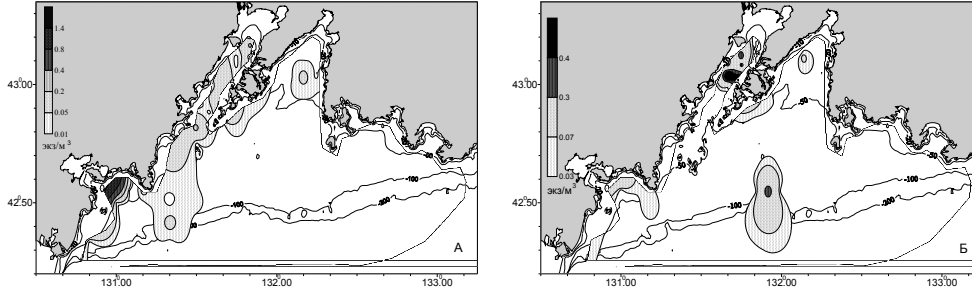


Рис. 12. Распределение зооа III четырехугольного волосатого краба в планктоне залива Петра Великого в мае 2005 г. (А), и зооа IV в мае 2006 г. (Б).

6.4. *Telmessus cheiragonus*

Поскольку пятиугольный волосатый краб в наших водах является лишь потенциально промысловым видом, данные по распределению взрослых самок этого вида в зал. Петра Великого, к сожалению, отсутствуют. Однако известно, что *Telmessus cheiragonus* – прибрежный вид, обитающий на глубинах не более 50 м (Слизкин, Сафронов, 2000). Личинки пятиугольного волосатого краба встречены в планктоне единично. Небольшие скопления зооа отмечены в зал. Посьета, а также в Амурском заливе – в прибрежной части о-ва Русский, на глубине от 20 до 50 м (рис. 13). Зооа IV обнаружены также в открытой части зал. Петра Великого, на глубине около 100 м.

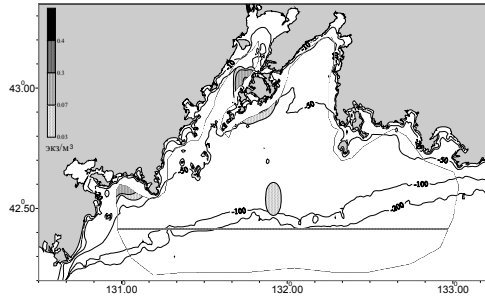


Рис 13. Распределение зооа II–IV пятиугольного волосатого краба в планктоне залива Петра Великого в мае 2006 г.

В весенний период в Уссурийском заливе формируются два антициклонических круговорота, в центре которых течения практически отсутствуют. В северной части Амурского залива также образуются два местных круговорота: антициклонический – вдоль западного берега и в центральной части и циклонический – в районе полуострова Де-Фриза. Наши данные показали, что независимо от мест выхода в планктон, личинки всех видов крабов на старших стадиях концентрируются в зонах прибрежных круговоротов этих заливов.

6.5. *Eriocheir japonica*

Основными местами обитания японского мохнаторукого краба в Амурском заливе являются реки Раздольная, Тесная, озера Карасье, Лебяжье, Рязановское. На долю реки Раздольной приходится примерно 40% общего запаса краба в Приморье, на долю водоемов юго-западной части залива – около 25%, в реках Уссурийского залива обитает около 10% краба (Семенькова, 2007).

Отмеченное нами распределение личинок мохнаторукого краба в значительной степени соответствовало данным о местах сосредоточения взрослых особей. Скопления личинок обнаружены в кутовой части Уссурийского залива, вблизи эстуариев впадающих в него рек, а также в северной части Амурского залива, вблизи эстуариев рек Раздольная, Амба и Барабашевка (рис. 14). Наибольшей концентрации (67.9 экз./м³) личинки краба достигали в юго-западной части, по-видимому, они были потомством крабов из рек и озер юго-западного побережья Амурского залива.

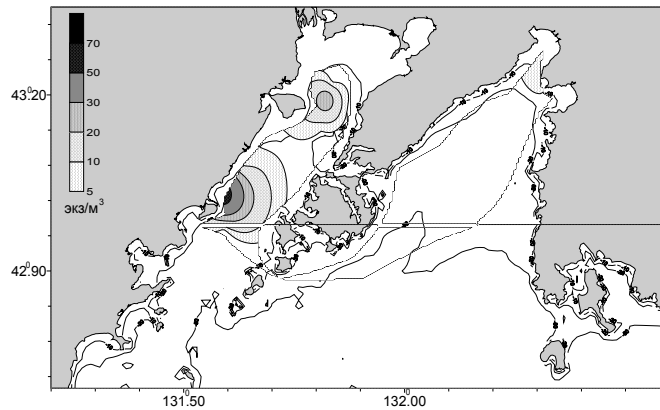


Рис. 14. Распределение личинок японского мохнаторукого краба в Амурском и Уссурийском заливах летом 2008 г.

В Амурском заливе существует стоковое стационарное течение, направленное с севера на юг, заметное от изобаты 10 м (Подорванова и др., 1989). Под влиянием этого течения личинки мохнаторукого краба, вышедшие в планктон в эстуариях рек северной части Амурского залива, переносятся южнее в его открытую часть. Однако в июле шлейф эстуарных вод ослабевает, а из открытой части зал. Петра Великого сюда проникают морские воды. Южнее п-ва Песчаный водный поток в летнее время также движется в направлении

преобладающих ветров (Динамика экосистем..., 2003) и может переносить личинок на север. Благодаря этим особенностям гидродинамики, личинки, вынесенные стоковым течением, возвращаются в эстуарные зоны рек, где и происходит оседание мегалоп на субстрат.

Выводы

1. В зал. Петра Великого Японского моря обнаружены личинки пяти видов промысловых крабов: *Paralithodes camtschaticus*, *Chionoecetes opilio*, *Erimacrus isenbeckii*, *Telmessus cheiragonus* и *Eriocheir japonica*. Показано, что зоэа этих видов обладают рядом морфологических особенностей, позволяющих отличать их от личинок других декапод в весеннем и летнем меропланктоне.

2. Личинки камчатского краба встречаются в планктоне с середины марта до конца второй декады мая, четырехугольного волосатого краба – с середины марта до начала июня, пятиугольного волосатого краба – с середины апреля до конца июня, в диапазоне температур от -1.0 до 13.0°C . Наиболее продолжительный пелагический период характерен для краба-стригуна опилио, личинки которого отмечены с середины апреля до начала августа, при температуре от 2.8 до 23.2°C . Все виды за сезон размножения продуцируют одну генерацию личинок.

3. Личинки японского мохнаторукого краба встречаются в планктоне с начала июня до начала сентября, при температуре 12.0 – 23.8°C . Японский мохнаторукий краб в разные годы продуцирует за сезон размножения от одной до трех генераций личинок.

4. Выход личинок исследованных крабов в планктон связан с температурой воды, с продвижением к северу ареала вида он смещается на более поздние сроки. В холодные годы продолжительность пелагического периода увеличивается.

5. Нормальная морская соленость является благоприятной для развития личинок не только морских крабов, но и катадромного вида *Eriocheir japonica*. Выход личинок крабов в планктон в зал. Петра Великого не связан с цветением фитопланктона.

6. В весеннем планктоне наиболее многочисленны личинки *Chionoecetes opilio* (до 41 экз/м³), в значительно меньшем количестве встречаются зоэа *Paralithodes camtschaticus* (до 13.3 экз/м³), плотность личинок *Erimacrus isenbeckii* и *Telmessus cheiragonus* не превышает 2 экз/м³. Плотность личинок *Eriocheir japonica* в летние месяцы достигает 67.9 экз/м³.

7. Личинки краба-стригуна опилио широко распространены практически на всей акватории зал. Петра Великого, наибольшие концентрации ранних стадий наблюдаются в открытой юго-западной части. Максимальные концентрации личинок камчатского краба отмечены в центральной части Уссурийского залива. Наибольшие скопления зоэа четырехугольного волосатого краба наблюдаются в южной части Амурского залива и в зал. Посьета. Личинки пятиугольного волосатого краба единично встречены в зал. Посьета, в южной части Амурского и Уссурийского заливов. Независимо от мест выхода в

планктон, личинки старших стадий всех видов концентрируются в зонах прибрежных круговоротов.

8. Наибольшие скопления зоо японского мохнаторукого краба обнаружены вдоль западного побережья Амурского залива, а также вблизи полуостровов Песчаный и Ломоносова, что определяется значительными запасами этого вида в реках и озерах северной и юго-западной части залива, а также особенностями течений, наблюдаемых в летний период.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах

1. Иванов П.Ю., Щербакова Н.В. Опыт и проблемы выращивания камчатского краба в контролируемых заводских условиях // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 143. С. 305–326.
2. Щербакова Н.В., Дробязин Е.Н., Корн О.М. Особенности биологии размножения и личиночного развития камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2008. Т. 134, № 6. С. 419–428.
3. Щербакова Н.В., Корн О.М. Сроки встречаемости и распределение личинок японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* в Амурском и Уссурийском заливах Японского моря // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 158. С. 160–172.
4. Корн О.М., Корниенко Е.С., Щербакова Н.В. Ключ для определения личинок крабов и крабидов в весеннем планктоне залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2010. Т. 36, № 5. С. 368–376.

Работы, опубликованные в материалах региональных и всероссийских конференций

5. Щербакова Н.В. Методические рекомендации по сбору и идентификации личинок камчатского краба в заливе Петра Великого // Изд-во: ТИНРО-Центр. Владивосток. 2005. 15 с.
6. Щербакова Н.В. Численность и распределение личинок некоторых промысловых видов крабов в Амурском заливе и бухте Киевка // V региональная конф. по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых Дальнего Востока. Владивосток, 2002 г.: Тез. докл. Владивосток: ДВГУ. 2002. С. 131–132.
7. Щербакова Н.В. Оценка современного состояния камчатского краба в заливе Петра Великого // V региональная конф. по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых Дальнего Востока. Владивосток, 2002 г.: Тез. докл. Владивосток: ДВГУ. 2002. С. 130–131.
8. Щербакова Н.В. Численность и время нахождения в планктоне личинок камчатского, а также других видов крабов у берегов Приморья // VI региональная конф. по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых Дальнего Востока. Владивосток, 2003 г.: Тез. докл. Владивосток: ДВГУ. 2003. С. 113–114.

9. Щербакова Н.В. Плодовитость самок камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в заливе Петра Великого (Японское море) // 7-я Пущинская школа-конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века». Пущино, 2003 г.: Тез. докл. Изд-во: Пущинский научный центр РАН. 2003.
10. Щербакова Н.В. Некоторые особенности размножения самок камчатского краба в заливе Петра Великого // 8-я Пущинская школа-конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века». Пущино. 2004 г.: Тез. докл. Изд-во: Пущинский научный центр РАН. 2004. С. 236.
11. Щербакова Н.В. Численность и распределение личинок камчатского краба в заливе Петра Великого (Японское море) // Тез. докл. VII Всероссийской конференции по промысловым беспозвоночным. Мурманск. 2006 г. С. 142–143.
12. Щербакова Н.В. Численность и распределение личинок японского мохнаторукого краба в планктоне Амурского залива (Японское море) // Тез. докл. II Международной конференции молодых ученых и специалистов «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек». ФГУП «КАСПНИРХ». Т. 127. Астрахань, 2007. С. 112–113.
13. Щербакова Н.В. Плотность и распределение личинок японского мохнаторукого краба в планктоне Амурского залива (Японское море) // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО–Центр. 2008. С. 321–323.
14. Щербакова Н.В. Распределение личинок некоторых промысловых видов крабов в планктоне залива Петра Великого (Японское море) // X съезд Гидробиологического общества при РАН. Тез. докл. (г. Владивосток, 28 сент.– 2 окт. 2009 г.). Владивосток: Дальнаука. 2009. С. 456.

ЩЕРБАКОВА Наталья Викторовна

**ПЕЛАГИЧЕСКИЕ ЛИЧИНКИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ КРАБОВ: МОРФОЛОГИЯ, СРОКИ
ВСТРЕЧАЕМОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО
МОРЯ**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Уч. изд. л. 1,0
Тираж 100 экз.

Формат 60x84/16
Заказ №.

Отпечатано в типографии издательского центра ФГУП «ТИНРО-Центр»,
г. Владивосток, ул. Западная, 10