

**ВСЕЛЕНИЕ КАМЧАТСКОГО КРАБА В БАРЕНЦЕВО МОРЕ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ (ОБЗОР). 1. ВЫЕДАНИЕ БЕНТОСА.**

© 2012 г. А.Г. Дворецкий

*Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН, Мурманск 183010*

Поступила в редакцию 30.03.2011 г.

Окончательный вариант получен 01.08.2011 г.

В работе дается краткая история вселения камчатского краба в Баренцево море, и анализируются возможные эффекты инвазийного вида на экосистему. В первом сообщении приводится обзор возможных воздействий на экосистему, связанных с выеданием бентосных организмов. Выедание не оказывает заметных негативных эффектов на экосистему. В то же время, сам краб стал важным компонентом донных сообществ, выступая как утилизатор органических остатков и пищевой объект рыб.

*Ключевые слова:* камчатский краб, Баренцево море, вселение, последствия от выедания бентоса.

**ВВЕДЕНИЕ**

Вселение чужеродных видов в новые местообитания считается важнейшей причиной снижения биологического разнообразия (Алимов и др., 2000; Sudhakar Reddy, 2008), затрагивающей как отдельные виды (Williamson, 1996), так и более крупные компоненты экосистем (Mack et al., 2000). Важность исследования механизмов и последствий биологических инвазий в последнее время возросла в связи с глобальными экологическими изменениями (Hughes, 2000). Хотя к настоящему времени успешно завершены оценки воздействия биологических инвазий для некоторых регионов (Vitousek et al., 1996; Claudi, Ravishankar, 2006; Rilov, Crooks, 2009), в большинстве своем, масштабы и последствия вселения чужеродных видов остаются до конца неизученными.

Проблема видов-вселенцев приобрела особое звучание, отчасти благодаря развитию трансокеанического судоходства, биологические последствия которого стали особенно заметны в конце XX столетия (Williamson, 1996; Gollasch, 2006). Растения и животные, транспортируемые на днищах кораблей (как обрастатели) или в их балластных водах из одного моря в другое, оказались способными к быстрому расселению и увеличению численности в новых для них экосистемах (Алимов и др., 2000; Claudi, Ravishankar, 2006; Dunstan, Waх, 2008). Опасность их вселения обусловлена в первую очередь тем, что массовое развитие чужеродных видов приводило к подавлению и вытеснению местных видов в результате конкуренции и/или хищничества, изменению структуры и продуктивности биоценозов-реципиентов, внесению патогенных организмов, паразитов и т.п. (Williamson, 1996; Алимов и др., 2000).

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) относится к видам-вселенцам, к которым причислены «чужие», экзотические виды, виды-оккупанты (aliens, exotic species, invaders – терминология по: Gollasch, Leppakoski, 1999), мигрировавшие без участия человека, либо переселенные человеком намеренно или случайно в экосистемы, находящиеся далеко от исходного ареала.

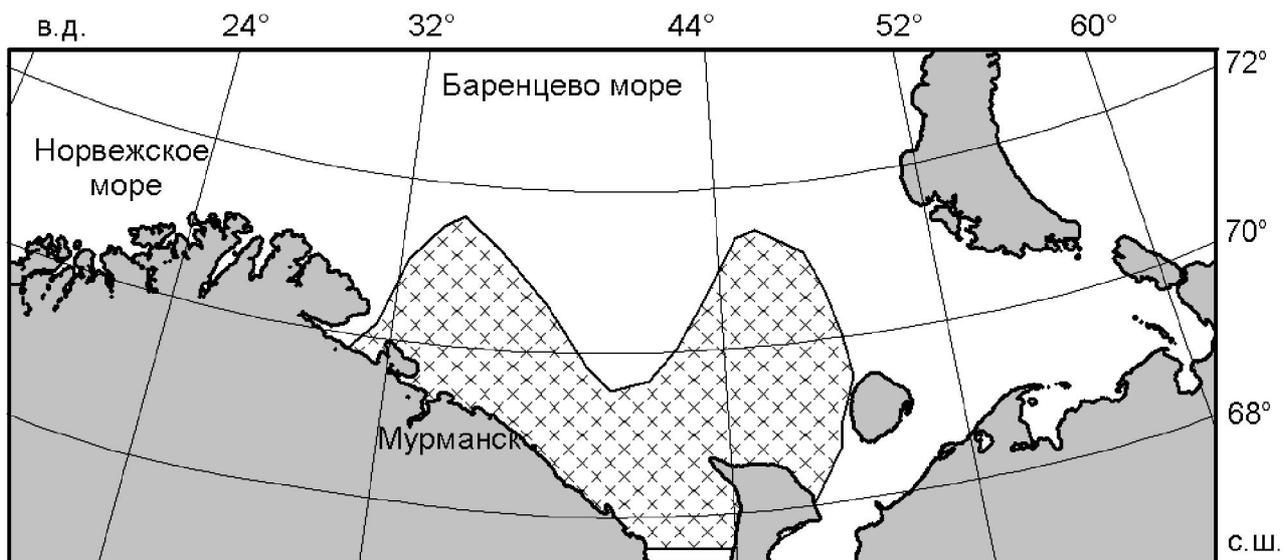
Первая перевозка взрослых камчатских крабов (9 икраных самок) с Дальнего Востока была осуществлена в 1960 г. В течение 128 ч. транспортировки на вертолетах, самолетах и катерах крабы были доставлены в Мурманский морской биологический

институт. В аквариальной институте самки содержались в проточных бассейнах в течение нескольких месяцев. Кроме того, из Владивостока в изотермических ящиках из пенопласта в ММБИ отправили 12,4 млн. икринок, из них к концу транспортировки выжило около половины. Доставленную икру инкубировали в сетчатых аппаратах, установленных в заливе, но через полтора месяца (в середине декабря) она погибла (Зубкова, 1964; Орлов, Карпевич, 1999). В апреле 1961 г. повторили перевозку взрослых крабов при увеличенной плотности посадки. Трех самцов и семь самок выпустили в море у берегов Мурмана, а остальные (2 самца и 3 самки) остались в аквариальной ММБИ. В апреле 1961 г. перевезли еще 2,2 млн. икринок отдельно от самок. Икру заложили на инкубацию в аппараты Вейса. После выклева около 1,6 млн. личинок выпустили в губу Дальнезеленецкая (Зубкова, 1964). В дальнейшем крабов транспортировали самолетами в каннах из органического стекла (28 рейсов) и, начиная с 1966 г., – в живорыбных вагонах (6 рейсов). При транспортировке крабов в вагонах плотность посадки составляла 320-480 экз., длительность транспортировки – около 300 ч.

Основное количество крабов было отловлено в зал. Петра Великого (Японское море), что обуславливалось близостью крупного аэропорта и железной дороги. Только одну партию (31 краб) в 1965 г. доставили из Озерновского рыбокомбината (западное побережье Камчатского п-ова). Выпускали крабов в небольших губах Кольского залива и на акватории, прилегающей к заливу. За период основного вселения в 1961-1969 гг. в Баренцево море было выпущено около 3 тыс. крабов в возрасте 6-15 лет, 10 тыс. экз. молоди и около 1,6 млн. личинок. Первый случай поимки камчатского краба (крупная икрная самка) зарегистрирован в 1974 г. (Orlov, Ivanov, 1978). Мониторинг численности краба проводился ММБИ, и, в гораздо большей степени, Полярным институтом рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО).

19 ноября 1992 г. в Ихтиологической комиссии сотрудник ПИНРО А.М. Сенников сделал сообщение о широком распространении краба в новом регионе и создании им самовоспроизводящейся популяции (Кузьмин, Гудимова, 2002). Таким образом, считается, что к середине 1990-х гг. камчатский краб сформировал независимую от дальневосточных баренцевоморскую популяцию (Kuzmin et al., 1996).

На основе исследований ПИНРО отмечено закономерное расселение камчатского краба в прибрежье Баренцева моря вдоль зон проникновения теплых атлантических вод (Карсаков, Пинчуков, 2009). Очевидно, что активно расселяться краб стал с начала 1990-х гг., а во второй половине 1990-х вид значительно расширил свой ареал в Баренцевом и Норвежском морях. Удаленность от берегов, где обычно происходит нерест крабов, и сильное зимнее охлаждение придонных вод в восточных районах не позволяют крабам постоянно обитать в этих районах (Кузьмин, Гудимова, 2002). В 1997-1999 гг. возросла численность икрных самок и половозрелых самцов камчатского краба в больших фьордах Северной Норвегии (Кузьмин, Гудимова, 2002). В последние годы краб стал активно распространяться за пределы прибрежных вод на север, вплоть до 71°30' с.ш. до Финмаркенской банки на западе и Южного склона Гусиной банки на востоке (Карсаков, Пинчуков, 2009). При этом в восточном направлении граница его распространения отодвинулась до о. Колгуев, 51° в.д. (рис. 1). В прибрежных водах краб достиг района Воронки Белого моря (Золотарев, 2010).



**Рис. 1.** Границы распределения камчатского краба в российской части Баренцева моря на современном этапе (по: Карсаков, Пинчуков, 2009).

**Fig. 1.** Boards of red king crab distribution in the Russian part of the Barents Sea (cited from Karsakov, Pinchukov, 2009).

С конца 2004 г. в Баренцевом море ведется коммерческий лов данного вида (Соколов, 2006; Соколов, Милютин, 2008). Согласно данным ПИНРО, в 2004-2009 гг. общий официальный вылов камчатского краба колебался от 0,3 до 3,1 млн. экз.

В период вселения (интродукции) краба в Баренцево море основное внимание ученых, занимавшихся данной проблемой, было сосредоточено на успешной акклиматизации и выяснении пригодности новой среды обитания для вида-вселенца. Вопросы о возможных негативных экологических и экономических последствиях вселения вида в новый для него регион, в новую экосистему в то время не обсуждались.

На современном этапе оценка возможных последствий для экосистемы Баренцева моря от вселения камчатского краба приобретает особое значение в связи с высокой численностью данного вида и резкими колебаниями его запаса. На решение этой проблемы направлены усилия многих ученых как в России, так и в зарубежных странах, в частности в Норвегии.

Выгоды от получения дополнительного промыслового вида, имеющего высокую коммерческую ценность, очевидны. Помимо экономических преимуществ, связанных с получением доходов от реализации продукции, созданием новых рабочих мест, развитием инфраструктуры и т.д., краб способен позитивно повлиять на биологическую структуру и продуктивность биоценозов, увеличивая биоразнообразие донных сообществ и обеспечивая более полную утилизацию ресурсов пищевых цепей, являясь источником пищи для других видов и существуя в местах, неприемлемых для аборигенных организмов. Важна и санитарная роль крабов, потребляющих трупы и/или отходы промысла (Кузьмин, Гудимова, 2002).

Однако проблема вселенцев обусловлена развитием именно негативных сценариев их внедрения в новые экосистемы. Факторы риска, сопряженные с распространением «инвайдеров», в полной мере относятся и к вселению камчатского краба в Баренцево море (Кузьмин, Гудимова, 2002). Поэтому мы, прежде всего, обращаем внимание на негативные последствия от вселения краба, при этом положительным аспектам также уделено внимание.

В серии статей приводится краткий обзор современных представлений о роли камчатского краба в Баренцевом море и последствиях его вселения для местной экосистемы. В данной работе анализируются последствия от выедания крабом бентосных организмов

### 1. Влияние на бентосных животных

Камчатский краб является хищником, в рацион которого входят практически все группы донных животных, среди которых наиболее часто встречаются иглокожие, моллюски, полихеты, ракообразные (Павлова, 2008а, 2008б) (табл. 1). Поэтому одним из явных последствий от вселения камчатского краба может быть снижение биомассы некоторых видов, которые активно выедаются неполовозрелыми и половозрелыми особями *P. camtschaticus*. Сложность в определении степени влияния от вселения камчатского краба на донные сообщества заключается в том, что необходим ряд данных об их структуре до и после вселения камчатского краба. Как правило, такие сведения для Баренцева моря очень ограничены (обсуждается в обзорах – Бритаев и др., 2007, 2010; Brytaiev et al., 2010).

**Таблица 1.** Пищевые компоненты, найденные в желудках камчатского краба Баренцева моря.  
**Table 1.** Food components found in guts of red king crab from the Barents Sea.

Компонент	Район					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>Animalia</b>						
Тип Sarcostigophora						
Класс Granuloreticulosa						
Foraminifera g. spp.			+	+	+	+
<i>Hyperammina</i> sp.			+			
Lituolidae g. sp.			+			
Тип Ciliophora						
Tintinnida g. sp.			+			
Тип Porifera						
Porifera g. spp.			+		+	
Тип Cnidaria						
Класс Hydrozoa						
Hydrozoa g. spp.	+	+		+	+	
<i>Diphasia</i> spp.	+		+			
<i>Eudendrium vaginatum</i>						+
<i>Obelia</i> sp.			+			
<i>Obelia longissima</i>		+				+
<i>Thuiaria</i> spp.	+		+			
Класс Anthozoa						
Actiniaria g. spp.			+		+	
<i>Paraedwardsia arenaria</i>			+			
Тип Nemertea						
Nemertea g. spp.		+	+			
Тип Cephalorhyncha						
Priapulida g. sp.	+		+			

Продолжение табл. 1.  
Continuation of table 1.

Тип Annelida						
<i>Polychaeta g. spp.</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Ampharetidae g. sp.</i>			+			
<i>Aphroditidae g. sp.</i>			+			
<i>Aphrodite sp.</i>	+					
<i>Pectinari sp.</i>			+			
<i>Pectinaria hyperborea</i>		+	+			+
<i>Chaetopteridae g. sp.</i>	+					
<i>Maldane sarsi</i>			+			
<i>Myriochele sp.</i>	+		+			
<i>Myriochele oculata</i>			+			
<i>Nereis sp.</i>	+	+	+			
<i>Nereis virens</i>		+				
<i>Nothria hyperborea</i>			+			
<i>Ophelia limacina</i>						+
<i>Serpulidae g. sp.</i>						+
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	+		+			
<i>Spirorbis sp.</i>			+			
<i>Travisia forbesii</i>			+			
Тип Sipuncula						
<i>Sipuncula g. spp.</i>	+		+			
<i>Golfingia sp.</i>			+			
<i>Phascolion strombus</i>	+		+			
Тип Echiura						
<i>Echiura g. sp.</i>			+			
Тип Arthropoda						
Подтип Chelicerata						
<i>Arachnida g. spp.</i>			+			
<i>Pycnogonida g. spp.</i>			+			
Подтип Crustacea						
<i>Crustacea g. spp.</i>	+	+	+	+	+	+
Класс Maxillopoda						
<i>Calanus sp.</i>		+				
Класс Cirripedia						
<i>Cirripedia g. spp.</i>			+		+	
<i>Balanus spp.</i>	+	+	+			
<i>Balanus balanus</i>			+			
<i>Balanus crenatus</i>			+			
<i>Scalpellum sp.</i>			+			
Класс Malacostraca						
<i>Amphipoda g. spp.</i>	+	+				+
<i>Aceroides latipes</i>			+			
<i>Arrhis phyllonyx</i>			+			
<i>Caprellidea g. sp.</i>			+			
<i>Caprella sp.</i>	+					+
<i>Calathura brachiata</i>			+			
<i>Cumacea g. sp.</i>			+			
<i>Decapoda g. sp.</i>			+			
<i>Diastylis sp.</i>			+			

Продолжение табл. 1.  
Continuation of table 1.

Euphasiacea g. sp.			+			
<i>Hyas</i> sp.			+			+
Hyperiidea g. sp.			+			
Gammaridea g. spp.			+		+	
<i>Gammarus</i> sp	+					
Isopoda g. sp.			+			
Macrura g. sp.						+
Mysidacea g. sp.			+			
<i>Orchomenella minuta</i>			+			
<i>Paralithodes camtschaticus</i>	+	+	+			
Paguridae g. sp.	+					
<i>Pagurus</i> sp.	+		+			
<i>Pagurus pubescens</i>		+				
<i>Pandalus borealis</i>			+			
<i>Photis reinhardtii</i>			+			
<i>Sclerocrangon</i> sp.						+
<i>Sclerocrangon boreas</i>			+			
<i>Thysanoessa</i> sp.			+			
<i>Unciola leucopis</i>			+			
Тип Mollusca						
Mollusca g. spp.				+	+	
Класс Polyplacophora						
Loricata g. spp.				+		
<i>Tonicella marmorea</i>		+				
Класс Gastropoda						
Gastropoda g. spp.	+	+	+	+	+	+
<i>Alvania</i> sp.			+			
<i>Buccinum</i> sp.	+		+			
<i>Buccinum undatum</i>						+
<i>Cingula</i> sp.			+			
<i>Colus sabini</i>						+
<i>Criptonatica clausa</i>			+			+
<i>Cylichna alba</i>						+
<i>Curtitoma</i> sp.			+			
<i>Curtitoma violacea</i>			+			
<i>Epheria vineta</i>						+
<i>Hydrobia ulvae</i>						+
<i>Lacuna pallidula</i>			+			
<i>Lunatia pallida</i>			+			
<i>Margarites</i> sp.	+		+			
<i>Margarites helycinus</i>						+
<i>Margarites groenlandicus</i>			+			+
<i>Mohrensternia interrupta</i>						+
<i>Natica</i> sp.	+		+			
<i>Neptunea</i> sp.			+		+	
<i>Neptunea despecta</i>			+			
<i>Oenopota</i> sp.						+
<i>Oenopota pyramidalis</i>						+
<i>Oenopota bicarinata</i>						+

Продолжение табл. 1.  
Continuation of table 1.

<i>Onoba aculeus</i>						+
<i>Polinices</i> sp.			+			
<i>Pseudopolinices nanus</i>			+			
<i>Solariella</i> sp.			+			
<i>Velutina</i> sp.			+		+	
Класс Bivalvia						
Bivalvia g. spp.	+	+	+	+	+	+
<i>Arctica</i> sp.			+			
<i>Arctica islandica</i>	+	+	+			+
<i>Arctinula groenlandica</i>			+			
<i>Astarte</i> sp.	+		+			+
<i>Astarte</i> (= <i>Tridonta</i> ) <i>borealis</i>			+			+
<i>Astarte crenata</i>		+				+
<i>Axinopsida orbiculata</i>						+
<i>Bathyarca glacialis</i>			+			
<i>Bathyarca</i> sp.			+			
<i>Cardium fasciatum</i>		+				+
<i>Cerastoderma edule</i>			+			
<i>Clinocardium</i> (= <i>Ciliatocardium</i> ) <i>ciliatum</i>		+				+
<i>Chlamys islandica</i>	+		+			+
<i>Crenella decussata</i>			+			+
<i>Dacrydium vitreum</i>			+			
<i>Heteranomia</i> (= <i>anomia</i> ) <i>squamula</i>	+		+			
<i>Hiatella</i> sp.			+			
<i>Hiatella arctica</i>			+		+	+
<i>Liocyma fluctosa</i>						+
<i>Lyonsiella abyssicola</i>						+
<i>Macoma balthica</i>		+				
<i>Macoma calcarea</i>						+
<i>Macoma</i> sp.			+			
<i>Modiolus modiolus</i>			+			+
<i>Mya</i> sp.			+			
<i>Mya truncata</i>						+
<i>Mytilus edulis</i>		+			+	+
<i>Musculus</i> sp.		+	+			
<i>Musculus discors</i>						+
<i>Nuculana</i> (= <i>Leda</i> ) sp.			+			+
<i>Nuculana pernula</i>			+			+
<i>Nucula tenuis</i> (= <i>Leionucula belotti</i> )						+
<i>Portlandia arctica</i>	+		+			
<i>Serripes groenlandicus</i>			+			+
<i>Thyasira</i> sp.		+				
<i>Thyasira gouldi</i>						+
<i>Yoldia hyperborea</i>	+		+			
<i>Yoldiella</i> sp.			+			
<i>Yoldiella lucida</i>			+			
<i>Yoldiella lenticula</i>			+			
Класс Scaphopoda						
Scaphopoda g. sp.	+		+			

Продолжение табл. 1.  
Continuation of table 1.

<i>Dentalium</i> sp.	+		+			
<i>Siphonodentalium lobatum</i>			+			
Тип Brachiopoda						
<i>Hemithyris psittacea</i>			+			
Тип Bryozoa						
Bryozoa g. spp.			+	+	+	
<i>Crista eburnea</i>						+
<i>Lichenopora verrucaria</i>						+
Тип Echinodermata						
Echinodermata g. spp.	+	+		+	+	
Класс Asteroidea						
Asteroidea g. spp.	+	+	+			+
<i>Asterias rubens</i>	+	+	+			+
<i>Ceramaster granularis</i>			+			
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	+		+			
<i>Hymenaster pellucidus</i>	+		+			
<i>Poraniomorpha hispida</i>			+			
<i>Urasterias linckii</i>			+			
Класс Echinoidea						
Echinoidea g. spp.	+	+			+	
<i>Brisaster fragilis</i>			+			
<i>Echinus esculentus</i>	+		+			
<i>Strongylocentrotus</i> sp.	+		+			
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>		+	+			+
Класс Ophiuroidea						
Ophiuroidea g. spp.	+		+	+	+	+
<i>Ophiacantha bidentata</i>			+			
<i>Ophiopholis aculeata</i>			+			+
<i>Ophiura robusta</i>			+			+
<i>Ophiura sarsi</i>			+			
<i>Ophiocten sericeum</i>			+			
Класс Holothuroidea						
Holothuroidea g. spp.			+		+	
<i>Molpadia borealis</i>			+			
Тип Chordata						
Класс Ascidiacea						
Ascidiacea g. spp.	+		+		+	
<i>Halocynthia pyriformis</i>						+
<i>Molgula</i> sp.						+
<i>Pelonaia corrugata</i>			+			+
<b>Pisces</b>						
Остатки рыб	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclopterus lumpus</i>						
Gadidae g. spp.	+	+	+			
<i>Mallotus villosus</i>	+					
Pleuronectiformes g. sp.						
Family Ammodytidae	+					
Algae						
Algae g. spp.		+			+	

Окончание табл. 1.  
Ending of table 1.

Отдел Chlorophyta						
Chlorophyta g. spp.				+		
<i>Acrosiphonia sonderi</i>					+	
<i>Chaetomorpha melagonium</i>						+
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>						+
<i>Ulva</i> spp.					+	
Отдел Phaeophyta						
Phaeophyta g. spp.			+	+		
<i>Alaria esculenta</i>						+
<i>Desmarestia aculeata</i>			+		+	+
<i>Dichloria viridis</i>					+	
<i>Dictyosiphon</i> sp.			+			+
<i>Ectocarpus</i> spp.					+	
<i>Fucus</i> sp.			+			
<i>Laminaria</i> sp.			+		+	
<i>Laminaria saccharina</i>						+
<i>Pilaiella littoralis</i>					+	
<i>Sphacelaria plumosa</i>					+	
Отдел Rhodophyta						
Rhodophyta g. spp.			+	+		
<i>Ceramium</i> spp.					+	
<i>Odontalia dentata</i>					+	+
<i>Phycodris rubens</i>						+
<i>Polysiphonia</i> sp.						+
<i>Polysiphonia urceolata</i>					+	
<i>Ptilota filicina</i>					+	
<i>Ptilota plumosa</i>			+			+
<i>Phodophyllis dichotoma</i>						+
Остатки растений	+	+		+	+	+
Другое						
Детрит		+			+	
Слизь		+	+		+	
Песок				+	+	
Антропогенный мусор		+	+		+	+

**Примечание:** I – Варангер-фьорд (крабы с ШК < 150 мм, Gerasimova, 1997); II – Кольский залив (молодь и взрослые крабы, Павлова, 2008а), III – Западный Мурман, Прибрежье и открытое море (молодь и взрослые крабы, Анисимова, Манушин, 2003); IV – Мотовский залив (молодь краба, Матюшкин, 2003); V – губа Териберская (молодь, Тарвердиева, 2003); VI – Губа Дальнезеленецкая (молодь и взрослые крабы, Павлова, 2008а).

**Note:** I – Varanger fjord (crabs with CW < 150 mm, Gerasimova, 1997); II – Kola Bay (juvenile and mature crabs, Pavlova, 2008a), III – Western Murman, coastal waters and open sea (juvenile and mature crabs, Anisimova, Manushin 2003); IV – Motovsky Bay (juveniles, Matyushkin, 2003); V – Teribeskaya Bay (juveniles, Tarverdieva, 2003); VI – Dalnezelenetskaya Bay (juvenile and mature crabs, Pavlova, 2008a).

Для камчатского краба характерно наличие широкого спектра питания (табл. 1). Крабы небольших размеров, как правило, проявляют положительную избирательность в отношении доступных им мелких моллюсков, полихет, и обитающих на поверхности грунта редких морских звезд. По мере роста *P. camtschaticus* избираемость этих объектов, за исключением морских звезд, снижается. В отношении морских ежей, образующих разреженные поселения на грунте, положительную избирательность проявляют более крупные особи краба (Павлова, 2011).

В онтогенезе камчатского краба ассортимент поедаемого корма расширяется. В губе Дальнезеленецкая, например, по мере роста крабов среднее число видов беспозвоночных в пищевом комке одного краба постепенно увеличивалось с 4,9 видов у годовиков до 8,7 видов у трехлетних особей (Павлова, 2008а, 2008б, 2011).

Известно, что после линьки камчатские крабы более активно потребляют моллюсков и иглокожих для восстановления запаса кальция. В результате этого происходит снижение численности или исчезновение мелких и средних по размерам особей, которые более привлекательны для крабов (Павлова, 2011). Данная тенденция выявлена в ходе экспериментальных исследований по выеданию гребешка *Chlamys islandicus* (Jørgensen, Primicerio, 2007) и морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* (Павлова, 2011). В природных условиях подобные эффекты были отмечены для Норвежских вод Баренцева моря (Варангер-фьорд) и западного Мурмана (Мотовский залив) (Anisimova et al., 2005; Falk-Petersen et al., 2011). При этом общего снижения биомассы бентоса не прослеживали.

Иная ситуация отмечена для Кольского залива. На основе данных многолетних исследований было выявлено, что среднегодовая биомасса бентоса в сообществе полихеты *Laonice cirrata*, которое является преобладающим, гораздо выше в южном колене залива и составляет 38 г/м<sup>2</sup>. В направлении от кута к открытой части залива она понижается в шесть раз, до 6 г/м<sup>2</sup> (Павлова, 2011). Найденное снижение биомассы зообентоса на мягких грунтах не связано с антропогенным загрязнением, тогда как выявлена достоверная корреляция ( $r = -0,922$ ) среднегодовой биомассы бентоса со среднегодовой плотностью поселения молодых крабов. В районе с плотностью поселения неполовозрелых крабов 2-5 экз./100 м<sup>2</sup> зарегистрировано нарушение трофической структуры сообщества, выраженное в доминировании по биомассе плотоядных донных беспозвоночных (Павлова, 2011). Сравнительный анализ состояния бентоса мягких грунтов в Кольском заливе (район губы Белокаменная) в настоящее время и в 1991 г. (Ильин и др., 1992) выявил снижение биомассы зообентоса в 5 раз (в группе двустворчатых моллюсков – почти в 10 раз).

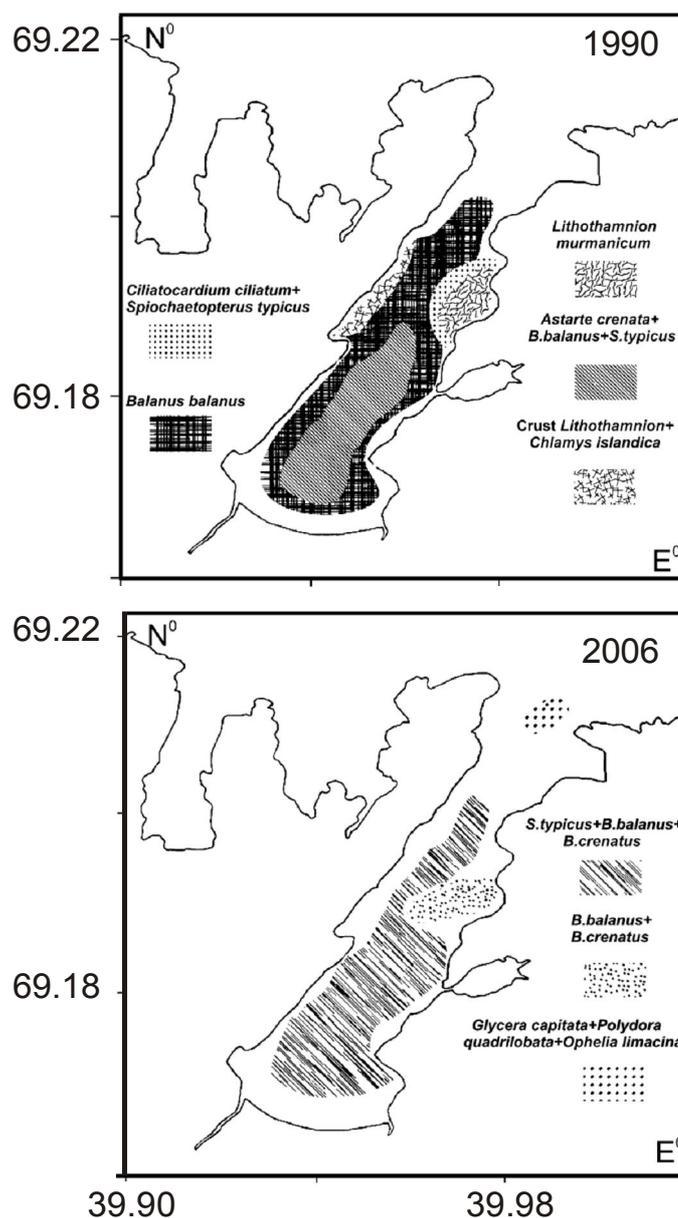
Многолетние исследования установили, что камчатский краб оказал определенное влияние на структуру бентосных сообществ Восточного Мурмана. На примере губы Дальнезеленецкая было показано, что в структуре бентосных сообществ мягких грунтов с 1960 по 2002 гг. произошло некоторое снижение биомассы морских ежей, двустворок и кукумари (Ржавский и др., 2004; Бритаев и др., 2007; Brytaiev et al., 2010), однако в целом сообщество находится в ненарушенном состоянии (Ржавский и др., 2006). Детальное исследование выедания морских ежей *Strongylocentrotus droebachiensis* камчатским крабом на примере губы Дальнезеленецкая показало, что в результате вселения камчатского краба произошло изменение размерного состава ежей, выраженное в снижении плотности поселения и увеличении доли крупных ежей (Павлова, 2008а, 2008б, 2009). Л.В. Павлова (2008а) приводит следующие расчеты. Суммарный запас *S. droebachiensis* (с учетом особей непромыслового размера) в прибрежье Кольского п-ова оценен в 3,8 млрд. экз. (Соколов, Штрик, 2004). Общая численность крабов в российских прибрежных водах неизвестна. В 2003 г. в Варангер-фьорде и Мотовском заливе численность икраных самок была оценена в 9,2 млн. экз. (Соколов, Штрик, 2004). При пересчете на все побережье Кольского п-ова численность половозрелых самок может составить до 12-13 млн. экз., с учетом ее резкого снижения при продвижении на восток. Принимая во внимание, что морские ежи входят в рацион примерно половины всех икраных самок, в прибрежье Баренцева моря ежедневно может быть уничтожено от 6 до 18 млн. морских ежей (0,3% суммарного запаса *S. droebachiensis*), или в среднем 360 тыс. т. Однако при этом никаких катастрофических последствий подобного воздействия краба на популяцию морских ежей в целом не наблюдается (Павлова, 2008а, 2008б) –

интенсивное выедание компенсируется успешным размножением *S. droebachiensis* (Павлова, 2006).

В одном из типичных фьордов Восточного Мурмана, губе Долгая, было проведено сравнение структуры бентосных сообществ по данным 1990 г. (Анисимова, Фролова, 1994) и материалам 2006 г. (Бритаев и др., 2010). В первом случае, камчатский краб встречался единично (Анисимова, Фролова, 1994), во втором, его численность достигала  $30 \pm 15$  тыс. экз. (Дворецкий, Дворецкий, 2010а). Было найдено, что за 16 лет в губе Долгая произошло снижение разнообразия донных сообществ, изменение структуры и распределения донных организмов (рис. 2). Вместо шести было представлено два сообщества, полностью исчезли двустворчатые моллюски *Nicania montagui*, встречаемость которых в 1990 г. составляла 67%, а также *Yoldia amygdalea hyperborea* и *Y. lenticula*; существенно снизилась встречаемость брюхоногих моллюсков. Снижение биоразнообразия в губе Долгой может объясняться изменениями гидрологического режима акватории и заилинием воды, в результате которого может происходить угнетение сестонофагов, но в гораздо большей степени, по мнению некоторых авторов (Бритаев и др., 2010), подобное упрощение структуры донных сообществ объясняется влиянием камчатского краба.

Работами норвежских ученых было показано, что истощение гребешковых банок у берегов Норвегии связано с жизнедеятельностью камчатского краба (Jørgensen, 2005), хотя нельзя исключать того, что деградация поселений *Chlamys islandicus* является следствием нерационального промысла, как это было показано на примере Шпицбергенских поселений (Сундет, 2006).

Проблеме выедания крабом бентоса и оценке наносимого им ущерба стали уделять внимание только в последнее время из-за необходимости определения экологических последствий вселения *P. camtschaticus*. В ряде работ опубликованы некоторые экспериментальные данные по объему элиминации крабом живого корма (Jørgensen, 2005; Jørgensen, Primicerio, 2007; Павлова и др., 2007). Расчеты выедания молодью краба бентоса или отдельных видов в естественных условиях пока единичны и приблизительны (Манушин, 2003; Павлова, 2011). Было установлено, что величина выедания бентоса крабов варьирует от 6 до 20% в зависимости от массы и размеров *P. camtschaticus*. Однако связь выедания с размерами – нелинейная. Дефицит в природе мелких донных беспозвоночных приводил к увеличению объема выедания бентоса (Павлова, 2011).



**Рис. 2.** Сравнение донных сообществ губы Долгая в 1990 г. (редкая встречаемость камчатского краба) и в 2006 г. (высокая плотность поселения краба) (по: Britayev et al., 2010).

**Fig. 2.** Comparison of bottom communities in Dolgaya Bay in 1990 (rare red king crab occurrence) and in 2006 (high density of red king crab) (cited from Britayev et al., 2010).

Для камчатского краба характерна так называемая избыточность питания (Павлова, 2011). В ходе экспериментальных работ (Павлова, 2008б) было показано, что объем выедания бентоса превосходил суточный рацион в 1,3-2 раза из-за неполного съедания корма. Все крабы избирательно выедали мягкие ткани у двустворчатых и брюхоногих моллюсков, а также у морских ежей, отбрасывая твердые части (куски раковин или панцирей). У особей с шириной карапакса 35-40 мм потери составляли около 50-60% от массы уничтоженного корма, т.к. крабы небольшого размера чаще травмировали и не доедали кормовых беспозвоночных. По мере роста крабов потери корма снижаются. Особи с шириной карапакса 70-80 мм полностью или с минимальными потерями съедали таких животных, как полихеты, морские звезды, мелкие морские ежи, офиуры. Потери у них составляли в среднем 25% от объема суточного выедания кормовых объектов (Павлова, 2008а, 2008б, 2011).

## 2. Влияние на рыб

Камчатский краб не может быть непосредственным хищником рыб. Это подтверждается и тем, что подвижные организмы (рыбы и креветки) редко встречаются в пищевом рационе крабов (Павлова, 2008а, 2008б). Косвенное влияние может быть связано с поеданием икры некоторых видов рыб. Было показано, что яйца гастропод и икра рыб встречается в желудочно-кишечном тракте крабов (Rafter et al., 1996; Павлова, 2008а, 2008б). В частности, по данным норвежских исследователей, камчатский краб поедает икру гладкого круглопера Макальпина *Cyclopteropsis macalpini* и мойвы *Mallotus villosus villosus* (Falk-Petersen et al., 2011). По данным Н.А. Анисимовой с соавторами (Anisimova et al., 2005), в 2001 г. общий объем выедания икры мойвы крабом составил 0,03%. Авторы высказывают предположение, что поскольку в тот период общая численность мойвы была велика, это влияние не сказалось на популяции рыб; однако при низкой численности мойвы и высокой плотности краба, подобное воздействие может иметь выраженные негативные эффекты. Однако известно, что мойва нерестится на глубинах, где краб практически отсутствует (Орлова и др., 2004). Вероятно, в годы высокой численности мойвы часть ее икры попадает на глубины, где может поедаться крабом, о чем указывают авторы работы (Anisimova et al., 2005). Но поскольку значительной роли в питании краба икра мойвы не играет, тезис о возможном влиянии камчатского краба на численность популяции мойвы кажется довольно сомнительным.

Наконец, следует остановиться на способности неполовозрелых крабов быть источником дополнительных пищевых ресурсов для других видов – консументов следующего порядка и деструкторов органического вещества. В процессе питания крабы с экскрементами выделяют в окружающую среду слабопереваренные или, практически, непереваренные ткани своих жертв. В еще большем количестве органические остатки поступают в окружающую среду с теряемыми мягкими тканями кормовых беспозвоночных, масса которых может достигать 7% от массы выеденного бентоса (Павлова и др., 2007). Высказано предположение, что в местах массового скопления и питания крабов плотоядные беспозвоночные получают дополнительные пищевые ресурсы, что может привести к увеличению их численности (Павлова, 2008б, 2011).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показал анализ литературных данных, несмотря на то, что камчатский краб, несомненно, повлиял на структуру донных сообществ Баренцева моря, уровень подобного воздействия не столь высок, как это можно было бы предположить с учетом высокой численности краба, широкого спектра питания и избыточности потребления пищи. Вселение краба не привело к исчезновению каких-либо видов бентоса или снижению пищевых ресурсов промысловых видов рыб и беспозвоночных, а скорее повлияло на структуру донных сообществ особенно на акваториях, где численность краба высока.

### Благодарности

Автор выражает благодарность заведующему лабораторией промысловых беспозвоночных ВНИРО к.б.н. Д.О. Алексееву за ценные замечания, позволившие существенно улучшить качество статьи. Работа поддержана грантом Президента РФ МК-226.2011.4.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Алимов А.Ф., Орлова М.И., Панов В.Е.* Последствия интродукции чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по ее предотвращению // Виды-вселенцы в европейских морях России. Апатиты: КНЦ РАН, 2000. С. 12-23.

*Анисимова Н.А., Манушин И.Е.* Питание камчатского краба в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2003. С. 170-189.

*Анисимова Н.А., Фролова Е.А.* Бентос губы Долгой Восточного Мурмана. Состав. Количественное распределение // Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России. Апатиты: КНЦ РАН, 1994. С. 43-91.

*Бритаев Т.А., Ржавский А.В., Павлова Л.В. и др.* Современное состояние донных сообществ и поселений макрозообентоса на мелководье Баренцева моря и роль антропогенного фактора в их динамике // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 314-356.

*Бритаев Т.А., Ржавский А.В., Удалов А.А.* Структура и многолетняя динамика сообществ мягких грунтов заливов Баренцева моря // Успехи совр. биол. 2010. Т. 130. №1. С. 50-62.

*Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г.* Исследования биологии камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в губе Долгой (Баренцево море) // Изв. ТИНРО. 2010а. Т. 160. С. 44-56.

*Золотарев П.Н.* Молодь камчатского краба в Воронке Белого моря // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 11. №1(41). С. 60-64.

*Зубкова Н.А.* Опыт содержания камчатского краба в аквариуме // Тр. ММБИ. 1964. Вып. 5(9). С. 162-169.

*Ильин Г.В., Николаева Е.Н., Боровикова О.А. и др.* Современное экологическое состояние бухты Белокаменка Кольского залива и прилегающей акватории (экологическая справка в связи с их промышленным освоением). Апатиты: КНЦ РАН, 1992. 54 с.

*Карсаков А.Л., Пинчуков М.А.* Расселение и условия обитания камчатского краба в российских водах Баренцева моря // Вопросы промысловой океанологии. 2009. Вып. 6. №1. С. 150-163.

*Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н.* Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2002. 236 с.

*Манушин И.Е.* Характеристика потребления пищи камчатским крабом в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2003. С. 189-202.

*Матюшкин В.Б.* Ранняя молодь камчатского краба в районах Западного Мурмана // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2003. С. 140-152.

*Орлов Ю.И., Карневич А.Ф.* О вселении промысловых крабов в Баренцево море (доклад на 50-й сессии ИКЕС. Копенгаген, 1962) // Аквакультура: проблемы и достижения: ОИ/ВНИЭРХ. 1999. Вып. 4. С. 9-12.

*Орлова Э.Л., Бойцов В.Д., Ушаков Н.Г.* Условия летнего нагула и роста мойвы Баренцева моря. Мурманск: ПИНРО, 2004. 198 с.

*Павлова Л.В.* Влияние камчатского краба на запас морских ежей в прибрежье Баренцева моря // Тез. докл. VII Всероссийской конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова). М.: ВНИРО, 2006. С. 111-113.

*Павлова Л.В.* Трофические связи камчатского краба и его воздействие на донные биоценозы // Биология и физиология камчатского краба прибрежья Баренцева моря. Апатиты: КНЦ РАН, 2008а. С. 77-104.

Павлова Л.В. Влияние молоди камчатского краба на прибрежные бентосные сообщества Баренцева моря // Автореф. диссерт. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2008б. 24 с.

Павлова Л.В. Влияние вселенца камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Malacostraca: Decapoda) на популяцию морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* (Echinoidea: Echinoidea) в прибрежье Баренцева моря // Биология моря. 2009. Т. 35. №3. С. 191-198.

Павлова Л.В. Исследование влияния молоди камчатского краба на донные сообщества Баренцева моря // Комплексные исследования больших морских экосистем России / отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты: КНЦ РАН, 2011. С. 234-258.

Павлова Л.В., Бритаев Т.А., Ржавский А.В. Выедание бентоса молодью камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus* Tilesius, 1815) в прибрежье Баренцева моря по данным экспериментальных исследований // Докл. РАН. 2007. Т. 414. №4. С. 566-569.

Ржавский А.В., Бритаев Т.А., Павлова Л.В. и др. О распределении некоторых видов макрозообентоса в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море) после вселения камчатского краба // Изучение зообентоса шельфа. Информационное обеспечение экосистемных исследований. Апатиты: КНЦ РАН, 2004. С. 105-116.

Ржавский А.В., Кузьмин С.А., Удалов А.А. Состояние сообществ мягких грунтов губы Дальнезеленецкая после вселения камчатского краба // Сб. матер. междунар. конф. «Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами». Мурманск, 25-29 сентября 2006 г. Мурманск: Север, 2006. С. 60-62.

Соколов В.И. Состояние запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в российской части Баренцева моря по результатам ловушечных съемок // Тез. докл. VII Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова). М.: ВНИРО, 2006. С. 129-132.

Соколов В.И., Милютин Д.М. Современное состояние популяции камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) в Баренцевом море // Зоологический журнал. 2008. Т. 87. №2. С. 141-155.

Соколов В.И., Штрик В.А. Экологический мониторинг прибрежной зоны Кольского полуострова // Нефть и газ Арктического шельфа-2004: Матер. междунар. конф. (Мурманск, 17-19 ноября 2004 г.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. С. 255-258.

Сундет Я.Х. Состояние запаса исландского гребешка в районе Свальбарда – 20 лет спустя после периода интенсивной эксплуатации в 1980-х // Тез. докл. VII Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова). М.: ВНИРО, 2006. С. 255.

Тарвердиева М.И. О питании молоди камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в губе Териберка Баренцева моря // Тр. ВНИРО. 2003. Т. 142. С. 92-102.

Anisimova N., Berenboim B., Gerasimova O. et al. On the effect of red king crab on some components of the Barents Sea ecosystem. Ecosystem dynamics and optimal long-term harvest in the Barents Sea fisheries // Proceedings of the 11th Russian-Norwegian Symposium, Murmansk, Russia. 2005. IMR/PINRO Joint Report Series, 2005/2. Pp. 298-306.

Britayev T.A., Rzhavsky A.V., Pavlova L.V., Dvoretiskij A.G. Studies on impact of the alien red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) on the shallow water benthic communities of the Barents Sea // J. Appl. Ichthyol. 2010. V. 26 (Suppl. 2). Pp. 66-73.

Claudi R., Ravishankar T.J. Quantification of risks of alien species introductions associated with ballast water discharge in the Gulf of St. Lawrence // Biol. Invas. 2006. V. 8. Pp. 25-44.

Dunstan P.K., Bax N.J. Management of an invasive marine species: defining and testing the effectiveness of ballast-water management options using management strategy evaluation // ICES J. Mar. Sci. 2008. V. 65. Pp. 841-850.

*Falk-Petersen J., Renaud P., Anisimova N.* Establishment and ecosystem effects of the alien invasive red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea – a review // ICES J. Mar. Sci. 2011. V. 68. Pp. 479-488.

*Gerasimova O.V.* Analysis of king crab (*Paralithodes camtschatica*) trophic links in the Barents Sea // ICES Document CM 1997/GG. 1997. 03. 21 p.

*Gollasch S.* Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters // Helgol. Mar. Res. 2006. V. 60. Pp. 84-89.

*Gollasch S., Leppakoski E.* (Eds.) Initial risk assessment of alien species in Nordic coastal waters. Nord. Copenhagen, 1999. V. 8. 245 p.

*Hughes L.* Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? // Trends Ecol. Evol. 2000. V. 15. Pp. 56-61.

*Jørgensen L.L.* Impact scenario for an introduced decapod on Arctic epibenthic communities // Biol. Invas. 2005. V. 7. Pp. 949-957.

*Jørgensen L.L., Primicerio R.* Impact scenario for the invasive red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Reptantia, Lithodidae) on Norwegian, native, epibenthic prey // Hydrobiologia. 2007. V. 590. Pp. 47-54.

*Kuzmin S., Olsen S., Gerasimova O.* Barents Sea king crab (*Paralithodes camtschaticus*): transplantation experiments were successful // High latitude crabs: biology, management, and economics. Alaska Sea Grant College Program Report No. 96-02. Fairbanks: University of Alaska, 1996. Pp. 649-664.

*Mack R.N., Simberloff D., Lonsdale W.M. et al.* Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control // Ecol. Appl. 2000. V. 10. Pp. 689-710.

*Orlov Yu.I., Ivanov B.G.* On the introduction of the Kamchatka king crab *Paralithodes camtschatica* (Decapoda: Anomura: Lithodidae) into the Barents Sea // Mar. Biol. 1978. V. 48. Pp. 373-375.

*Rafter K., Nilssen E.M., Sundet J.H.* Stomach content, life history, maturation and morphometric parameters of red king crab, *Paralithodes camtschaticus* from Varangerfjord area, North Norway // ICES CM. 1996/K:10. 25 p.

*Rilov G., Crooks J.A.* (Eds.) Biological invasions in marine ecosystems. Berlin: Springer-Verlag, 2009. 641 p.

*Sudhakar Reddy C.* Biological invasion – global terror // Current Sci. 2008 V. 94. P. 1235.

*Vitousek P.M., D'Antonio C.M., Loope L.L., Westbrooks R.* Biological invasions as global environmental change // Amer. Scientist. 1996. V. 84. Pp. 468-478.

*Williamson M.H.* Biological invasions. London: Chapman & Hall, 1996. 244 p.

# **INTRODUCTION OF THE RED KING CRAB INTO THE BARENTS SEA AND ITS IMPACT ON THE ECOSYSTEM (A REVIEW).**

## **1. FORAGING OF BENTHOS**

© 2012 y. A.G. Dvoretzky

*Murmansk Marine Biological Institute of Kola Science Centre RAS, Murmansk*

A brief history of the red king crab introduction in the Barents Sea is presented and possible effects of this invader for the ecosystem are analyzed. In the first communication we reviewed possible environmental impacts associated with the crab's benthos consumption. Foraging has no negative impacts on the Barents Sea ecosystem. Moreover, the red king crab became an important member of local bottom communities utilizing organic matter and acting as a prey item for different fishes.

*Key words:* red king crab, Barents Sea, introduction, consequences from benthos consumption.