

Российская академия наук
Кольский научный центр
Мурманский морской биологический институт

МАТЕРИАЛЫ

**XXXI КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
МУРМАНСКОГО МОРСКОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА,
ПОСВЯЩЕННОЙ 135-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ К.М. ДЕРЮГИНА,
«ОКЕАНОГРАФИЯ И БИОЛОГИЯ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ»**

(г. Мурманск, май 2013 г.)

Мурманск
2013

УДК 061.3

Материалы XXXI конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института, посвященной 135-летию со дня рождения К.М. Дерюгина, «Океанография и биология арктических морей» (г. Мурманск, май 2013). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2013. – 200 с.

Сборник содержит материалы конференции молодых ученых, посвященной 135-летию со дня рождения К.М. Дерюгина, выдающегося зоолога, гидробиолога, организатора гидробиологических исследований в морях СССР, научных институтов и стационаров.

В конференции приняли участие молодые ученые и аспиранты Мурманского морского биологического института КНЦ РАН, Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Института аридных зон ЮНЦ РАН, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, студенты и аспиранты Мурманского государственного технического университета.

В материалах конференции представлены результаты экспедиционных и экспериментальных исследований в Северной Атлантике и западном секторе Российской Арктики. Тематика докладов охватывает широкий спектр океанографических, гидробиологических и экологических проблем.

Редколлегия:

академик РАН Г.Г. Матишов (отв. редактор), к.б.н. А.Д. Чинарина,
к.г.н. Д.В. Моисеев, О.П. Калинка, Ю.И. Ивакина
комп. верстка А.В. Дьяконова

Издание осуществлено при финансовой поддержке
отделения биологических наук РАН
и Комиссии РАН по работе с молодежью

© ММБИ КНЦ РАН, 2013

Оригинал макет данного издания является собственностью ММБИ КНЦ РАН, и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия Института запрещается

Russian Academy of Sciences
Kola Science Center
Murmansk Marine Biological Institute

PROCEEDINGS

**XXXIST CONFERENCE FOR YOUNG SCIENTISTS
OF THE MURMANSK MARINE BIOLOGICAL INSTITUTE
DEVOTED TO A 135-YEAR ANNIVERSARY CELEBRATION OF K.M. DERYUGIN'S BIRTH
«OCEANOGRAPHY AND BIOLOGY OF ARCTIC SEAS»**

(Murmansk, May 2013)

Murmansk
2013

UDC 061.3

Proceeding of the XXXIst Conference for Young Scientists of the Murmansk Marine Biological Institute devoted to a 135-year anniversary celebration of K.M. Deryugin's birth "Oceanography and Biology of Arctic Seas" (Murmansk, May 2013). – Murmansk: MMBI KSC RAS, 2013. – 200 p.

The publication contains proceedings of the conference for young scientists devoted to a 135-year anniversary celebration of K.M. Deryugin's birth, an outstanding zoologist, hydrobiologist, organizer of hydrobiological studies in seas of Russia, new research institutes and stations.

Among the participants of the conference are young scientists and post-graduates at the Murmansk Marine Biological Institute, Polar Institute for Marine Fisheries and Oceanography, Institute of Arid Zones (Southern Science Center), Russian Institute for Marine Fisheries and Oceanography, and students and post-graduates at the Murmansk State Technical University.

The proceedings contain results of field and experimental studies in oceanography, hydrobiology, and ecology carried out by young scientists in the Northern Atlantic and the western sector of the Russian Arctic.

Editorial board:

Matishov G.G., full member of RAS (editor-in-chief), Chinarina A.D., Ph.D.,
Moiseev D.V., Ph.D., Kalinka O.P., Ivakina Yu.I.,
Make-up: Diakonova A.V.

Published under financial support from the Biology Division
of the Russian Academy of Sciences
And the RAS Commission for Young Scientists

© Murmansk Marine Biological Institute, 2013

This publication is the property of the Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS. No use of this publication may be made for resale or for any other commercial purpose whatsoever without prior permission in writing from the owner.

ДЕРЮГИНСКИЙ ПЕРИОД МОРСКОЙ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. ЧАСТЬ 1.

Н.М. Адров

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Дерюгинским назвали соратники К. М. Дерюгина 17-летний период плодотворных морских исследований с 1920 по 1937 гг. Предшествующие 17 «додерюгинских» лет Константина Михайловича можно назвать подготовительными в области науки и образования. Даже образование можно было бы поставить на первое место, потому что вся энергия по организации научных стационаров, морских экспедиций в конечном итоге затрачивалась на преподавание учебных дисциплин, посвящённых жизни морей.

К. М. Дерюгин закончил Петербургский университет, где учился у знаменитого зоолога Владимира Михайловича Шимкевича, воспитавшего за тридцать три года своей профессорской деятельности несколько поколений выдающихся ученых. Университетский диплом Дерюгина был дипломом отличника, а преподавали на естественном отделении физико-математического факультета университета тогда не простые педагоги, а «с именем»: метеорологию читал А. И. Воейков, геологию – А. А. Иностранцев, зоологию – В. М. Шимкевич и В. Т. Шевяков, физиологию – Н. Е. Введенский, химию – Д. П. Коновалов и Н. А. Меншуткин, гистологию – А. С. Догель (отец А. А. Догеля – одного из ближайших друзей К. М. Дерюгина).

При самодержавии К. М. Дерюгин начал преподавать университетский курс «Жизнь моря», а позже – вести университетские курсы по систематике и филогении позвоночных и зоогеографию, читал лекции в Психоневрологическом институте, на Высших женских курсах, в Горном институте и Лесотехнической академии. Для квалифицированной обработки коллекций, собранных в Кольском заливе, и изготовления наглядных пособий для студентов он предпринял поездку в зоологические музеи Берлина и Вены. При Советской власти Константин Михайлович принимает активное участие в организации новых научных учреждений и полевых гидробиологических исследований на Севере и Дальнем Востоке России. При его непосредственном участии были созданы Гидрологический (1919) и Биологический (1920) институты, а также институт по изучению Севера (1925), впоследствии институт Арктики и Антарктики. К.М. Дерюгин был основным «движителем» создания двух биологических стационаров в известных теперь мурманских пунктах под названиями г. Полярный и пос. Дальние Зеленцы, гидробиологическую станцию на Белом море и Тихоокеанских научно-исследовательских учреждений, объединённых ныне ТИНРО-центром.

Самое долговечное начинание Дерюгина – основанная весной 1920 г. Естественно-научная Петергофская станция, вскоре превратилась в Естественно-научный институт и существовала до 2010 г. как Биологический институт СПбГУ в Старом Петергофе. С институтом связано изучение гидрологии и гидробиологии Невской губы и Финского залива. Эти работы проводились совместно с Гидрологическим институтом, где Константин Михайлович был в том же 1920 г. учёным специалистом, старшим гидрологом и позже заместителем директора, руководителем гидробиологического и морского отделов.

Самым продуктивным в жизни Дерюгина стал сезон 1932 года, когда под его руководством Дальневосточном регионе одновременно работало 6 крупных исследовательских судов, на основании экспедиционных материалов которых организатор дальневосточной биоокеанологической эпопеи собирался закончить обширный труд «Фауна Дальневосточных морей и условия ее существования». Однако Константин Михайлович

не успел его завершить. Поэтому главными научными результатами стали фундаментальные исследования Белого моря, Кольского залива, озера Могильного и экспедиционные описания районов Новой Земли.

В своем монументальном труде «Фауна Кольского залива» Дерюгин не только описал морских обитателей, но сделал подробнейший анализ геологического, океанографического и метеорологического материала, рассказал об организационных, технических и строительных работах.

Возникшая к началу 1920 г кризисная ситуация внутри советской республики осложнилась необходимостью реорганизации системы высшего образования. Несмотря на гонения интеллигенции и планы радикал-коммунистов уничтожить Академию наук «как совершенно ненужный пережиток ложноклассической эпохи развития классового общества», партия Ленина, понимая значение науки как производительной силы и «надстройки» цивилизации, взяла под защиту «отживших» академиков и профессоров, тем более, что ведущие члены Академии наук (С. Ф. Ольденбург, В. И. Вернадский др.) приняли живейшее участие в организации новой научной и образовательной системы России. Но, разумеется, далеко не все служители науки вняли их голосу, испытав на себе издержки «классового» антагонизма, став деклассированными элементами наряду с буржуазией, помещиками и капиталистами.

Как свидетельствует «источник»: потеря научных кадров была весьма ощутимой, за рубежом осели 500 учёных, возглавлявших целые научные направления, в их числе одноклассник Дерюгина К. Н. Давыдов – крупнейший почвовед, геолог, минералог, активнейший участник движения левых эсеров; член масонской ложи Великого Востока Франции – Валериан Константинович Агафонов (1863–1955); великий бактериолог, первооткрыватель хемосинтеза – Сергей Николаевич Виноградский (1856–1952) и др. Такая утечка умов привела к существенному понижению духовно-интеллектуального уровня в стране.

Тем не менее, план интеграции Российской Академии Наук в новую систему правления оказался выполненным и все заботы о развитии научных исследований взяло на себя государство; впервые в мире была реализована государственная организация науки, к которой впоследствии пришли и самые развитые капиталистические страны. На базе Петергофского института, как отмечали современники, образовались все ведущие научные школы, в каждой из которых складывалась чрезвычайно доброжелательная обстановка «без принуждения и казенщины», учителя никогда не «давили» на своих питомцев, и понимание, уважение и любовь завоевывались здесь «не нажимом, а силой интеллекта».

В феврале 1919 г. в Зимнем Дворце состоялась Первая общемузейная конференция под председательством наркома просвещения А. В. Луначарского, на котором решился вопрос о создании Центрального географического музея. К. М. Дерюгин вошёл в состав 16 лиц «как лучший знаток океанографических музеев» по выражению В. П. Семёнова Тянь-Шанского.

Главные достижения «дерюгинского периода» были связаны сначала с морями Северного Ледовитого, затем Тихого океанов. Именно морские воды помогли учёному использовать его блестящие знания экологии организмов для их биогеографического районирования. К. М. Дерюгин в работах 1924 года и последующих лет, используя данные разреза по Кольскому меридиану, пересекающему Мурманское, продолжающее Нордкапское течение, на фактическом материале измерений температуры воды пришел к убеждению, состоящему в том, что положение струй теплых течений в Баренцевом море не определяется рельефом дна. Им же была обнаружена сопряженность интенсивности течений северной и южной ветвей Нордкапского течения. Интуиция подсказывала ему термодинамический, а не гидродинамический генезис циркуляции в море, представляющей продукт взаимодействия океана и атмосферы. Такая природа морских течений казалась тогда необычной.

Необычными оказались взгляды Дерюгина на биполярность как на явление прерывистого распространения живых организмов, обнаруживающегося в результате ранее бывшего космополитизма. По Дерюгину, расселение пресноводных и сухопутных форм шло по параллелям, а морских – по меридианам, ибо таковы были взаимоотношения суши и моря. Он рассматривает биполярность как одну из форм «прерывчатого» распространения, явно выраженного у морских организмов в силу благоприятных условий расселения в прежние геологические эпохи и в силу сходных гидробиологических условий существования в современную геологическую эпоху в умеренных и высоких широтах обоих полушарий.

В 1927 году Дерюгин был выдвинут на должность ректора университета с предоставлением высокой оценки кандидатуры авторитетными учеными и педагогами, подчеркнувшими особую роль «одного из самых энергичных сторонников переустройства старого дореволюционного Университета на новых началах...» Но в связи с новыми демократическими принципами, которые в недалёком прошлом отстаивали борцы за свободу – они же и будущие её жертвы – окончательные решения принимали не профессора, а партийные «студенты-выдвиженцы», и Совет голосует десятью «чёрными шарами» при девяти «белых» и двух «серых», т. е. воздержавшихся.

В 1929 г., в связи с «делом Академии наук» в высшей школе развернулась форменная травля старой профессуры, заклеянной буржуазным мировоззрением и контрреволюционной идеологией. Из самых известных биологов в ряды отщепенцев попали раньше всех Дерюгин, Догель и Филипченко.

По результатам проверочной комиссии 1930 года, сразу после празднования 10-летия института, вся программа которого осуществлялась той самой «реакционной» профессурой, Дерюгин был отстранён от руководства Петергофским институтом, который вообще хотели закрыть. Заведование кафедрой зоологии было передано А. А. Гавриленко, а Дерюгин остался лишь заведующим музеем. Однако авторитет Дерюгина был достаточно весом для того, чтобы сохранить свои занятые самоотверженным трудом позиции для продолжения педагогической и научной работы. Немало этому способствовала целая плеяда учеников, которые уже тогда подавали надежды стать выдающимися учеными: Ушаков, Гурьянова, Киселев, Правдин, Тимонов, Ширшов...

Л и т е р а т у р а

Дерюгин К.М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Импер. Акад. наук. Сер. 8, Физ.-мат. отделение. Петроград, 1915. Т. 34, № 1. 929 с.

Дерюгин К.М. Космополитизм и биполярная теория // Природа. 1916. Февраль. С. 185–202.

Дерюгин К.М. Баренцево море по Кольскому меридиану (33° 30') // Тр. Сев. науч.-промысл. экспедиции. Вып. 19. М.-Л., 1924. 102 с.

Дерюгин К.М. Реликтовое озеро Могильное: (остров Кильдин в Баренцовом море): монограф. очерк. Л. : Главнаука, 1925. 112 с.

Дерюгин К.М. Исследование Баренцева и Белого морей. Архангельск, 1925.

Дерюгин К.М. Фауна Белого моря и условия ее существования. Исследования морей СССР. Л., 1928. Вып. 7–8. 511 с.

Дерюгин К.М. Гидрология и биология // Исслед. морей СССР. 1930. Вып. 11. С. 37 – 45.

Дерюгин К.М. Исследования морей СССР в биогеографическом отношении за последние 15 лет // Тр. I Всесоюз. геогр. съезда. Л. : Геогр. о-во СССР, 1934. Вып. 2. С. 36 – 45.

Дерюгин К.М. Успехи советской гидробиологии в области изучения морей // Усп. сов. биол. 1936. Т. 5, вып. 1. С. 9–23.

Дерюгин К.М. Основные черты современных фаун морей СССР и вероятные пути их эволюции // Учен. зап. ЛГУ. 1937. Т. 3, вып. 17. С. 237–248.

Наумов А.Д. Профессор Константин Михайлович Дерюгин (1878 – 1938). Президент Обществ в 1938 // Очерки по истории С.-Петербургского общества естествоиспытателей. 125 лет со дня основания // Тр. С.-Петерб. Об-ва естествоисп. 1993. Т. 91, вып. 1. С. 88–90.

Правдин И. Ф. Константин Михайлович Дерюгин, 1878–1938. Петрозаводск: Госиздат Карел. АССР, 1957. 54 с.

Тимонов В.В., Ушаков П.В., Миттельман С.Я. Константин Михайлович Дерюгин как океанолог // Тр. Гос. океаногр. ин-та. 1947. Т. 1 (13). С. 9–18.

Ушаков П. В., Кусакин О. Г. Константин Михайлович Дерюгин // Биология моря. 1978. № 6. С. 9–18.

Фокин С. И. Неизвестный Константин Михайлович Дерюгин // Историко-биологические исслед. 2010. Т. 2, № 2. С. 43–66.

СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИИ МШАНОК (BRUZOZA) ВДОЛЬ РАЗРЕЗА «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН» (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

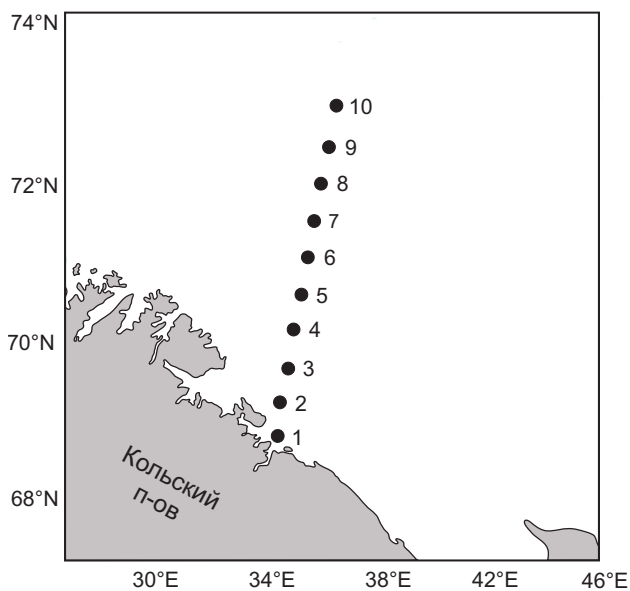
О.Ю. Ахметчина

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Мшанки (Bruzoza) – одна из наиболее богатых видами систематических групп беспозвоночных Баренцева моря (Брязгин и др., 1981). Большинство работ, посвященных описанию фауны Bruzoza в исследуемом регионе, выполнены в прошлом веке (Клюге, 1946, 1962, 1964, 1962; Гостиловская, 1973; Денисенко Н.В., 1984, 1990). Современных данных о мшанках Баренцева моря практически нет. Но в результате климатических флуктуаций морская фауна также претерпевает изменения, отслеживать которые можно, проводя постоянный мониторинг в определенных географических точках.

Так, разрез «Кольский меридиан» – стандартный район мониторинга в Баренцевом море, на котором с 1921 г. проводятся регулярные исследования зообентоса (Дерюгин, 1924; Несис, 1960; Денисенко Н.В., Денисенко С.Г. и др., 1997; Денисенко С.Г., Рахор и др., 2000; Денисенко С.Г., 2005). Он протянулся вдоль меридиана 33°30' E от устья Кольского залива (69°30' N) до 74°00' N. Комплексные работы проводятся на десяти стандартных станциях, расположенных через каждые 30' в различных ландшафтных зонах: от побережья, с глубинами 100-200 м и со смешанными илисто-каменистыми грунтами, до глубоководных (более 200 м) районов с мягкими илисто-глинистыми донными осадками (рис., табл. 1).

Мшанки являясь, преимущественно, прикрепленными животными, не могут покинуть место своего обитания при наступлении неблагоприятных условий, поэтому их распределение строго обусловлено воздействием факторов внешней среды (Денисенко Н.В., 1990). В связи с этим, актуально исследование по выявлению зависимости структуры и распределения фауны Bruzoza от динамики факторов среды.



Материалом для данной работы послужили пробы зообентоса из района «Кольский меридиан», собранные в морских экспедициях в августе-сентябре 2010 и 2011 гг. Сбор и обработка материала осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам (Максимович, Погребов, 1986; Руководство..., 1977). Таксономическая идентификация выполнена с помощью Определителя мшанок северных морей СССР (Клюге, 1962) и скорректирована в соответствии с современной классификацией.

Рис. Карта-схема района исследований и отбора проб зообентоса на разрезе «Кольский меридиан» в экспедициях 2010-2011 гг.

Т а б л и ц а 1

Характеристика станций на разрезе «Кольский меридиан»

Станция №	Координаты (градусы)		Глубина, м	Грунт	Число видов
	N	E			
1	69.30	33.30	250	Песчанистый ил, глина	3
2	70.00	33.30	146	Камни, ил, глина	28
3	70.30	33.30	250	Песчанистый ил, глина	20
4	71.00	33.30	220	Ил, глина, мелкий песок	23
5	71.30	33.30	280	Ил, глина, мелкий песок	22
6	72.00	33.30	260	Глина, мелкий песок	12
7	72.30	33.30	285	Камни, ил, глина	14
8	73.00	33.30	212	Камни, ил, глина	36
9	73.30	33.30	280	Ил, глина	11
10	74.00	33.30	320	Глина, ил, железисто-марганцевые конкреции	17

В результате обработки проб идентифицировано 73 вида мшанок, относящихся к 26 семействам, 45 родам, что составляет 16 % от общего числа видов мшанок Баренцева моря. В районе исследования по количеству видов доминируют представители семейства Smittinidae (13 видов), Scrupocellariidae (6 видов) и Schizoporellidae (6 видов) (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Список видов Вруцоа, встреченных на разрезе «Кольский меридиан»
(по результатам экспедиций 2010-2011 гг.)

Таксон	Биогеограф-ка	Биомасса на станциях, г/м ²									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Отряд Cyclostomata Busk, 1852											
Семейство Tubuliporidae Johnston, 1838											
<i>Proboscina major</i> (Johnston, 1847)	b								0.05		
<i>Oncousoecia diastoporides</i> (Norman, 1869)	b-a			0.05				0.02	0.06		
<i>Tubulipora flabellaris</i> (Fabricius, 1780)	b-a										0.01
<i>Tubulipora soluta</i> Kluge, 1946	a			0.04	0.06	0.02					
Семейство Idmoneidae Busk, 1859											
<i>Idmonea atlantica</i> (Forbes, 1847)	b-a		0.33	0.03	0.56	0.50	0.02	0.02	0.12		0.07
<i>Idmonea fenestrata</i> Busk, 1859	a				0.48						0.06
Семейство Entalophoridae Reuss, 1869											
<i>Entalophora clavata</i> (Busk, 1859)	b-a			0.31			0.07			0.02	
Семейство Diastoporidae Busk, 1859											
<i>Diplosolen obelia</i> (Johnston, 1838)	b				0.05						
Семейство Crisiidae Johnston, 1838											
<i>Filicrisia smitti</i> (Kluge, 1946)	b-a		0.07								
<i>Crisia eburneodenticulata</i> Smitt, 1865	b-a	0.01	0.43	0.01	0.02	0.03	0.02		0.01		0.02
<i>Crisiella</i> sp.						0.01					
Семейство Horneridae Smitt, 1867											
<i>Stegohornera lichenoides</i> (L., 1758)	b-a		0.46						56.7		
Семейство Lichenoporidae Smitt, 1867											
<i>Lichenopora hispida</i> (Fleming, 1828)	b-a								0.18		
<i>Lichenopora multicentra</i> Kluge, 1955	a							0.02			
<i>Lichenopora verrucaria</i> (Fabricius, 1780)	b-a		0.02		0.01				0.01	0.01	0.02

Продолжение таблицы 2

Отряд Ctenostomata Busk, 1852											
Семейство Alcyonidiidae Johnston, 1837											
<i>Alcyonidium mamillatum var. erectum</i> Andersson, 1902	a									0.05	
<i>Alcyonidium radicellatum</i> Kluge, 1946	a		0.21							0.09	0.12
<i>Alcyonidium</i> sp.									0.03		
Отряд Cheilostomata Busk, 1852											
Семейство Scrupariidae Busk, 1852											
<i>Eucratea loricata</i> (L., 1758)	b-a	0.01	0.32	0.12	0.02	0.03				0.03	
Семейство Membraniporidae Busk, 1854											
<i>Tegella armiferoides</i> Kluge, 1955	a								0.01		
Семейство Calloporidae Norman, 1903											
<i>Callopora craticula</i> (Alder, 1857)	b-a		0.02							0.02	0.03
<i>Callopora craticula var. sedovi</i> Kluge, 1962	a			0.02		0.02	0.02	0.01			
<i>Callopora lineata</i> (L., 1767)	b-a					0.01				0.01	0.01
<i>Callopora smitti</i> (Kluge, 1946)	a						0.02	0.01			
<i>Callopora weslawski</i> Kuklinski & Taylor, 2006	a									0.09	0.01
Семейство Flustridae Smitt, 1868											
<i>Sarsiflustra abyssicola</i> (G.O. Sars, 1872)	b-a			0.98	1.22	0.20				0.47	
Семейство Bicellariidae Busk, 1852											
<i>Dendrobeatia fruticosa var. quadridentata</i> (Loven, 1834)	b-a		0.05	0.01	0.07		0.02				
<i>Dendrobeatia pseudomurrayana</i> Kluge, 1955	b-a		0.10								
<i>Bugula elongata</i> Nordgaard, 1906	b-a		0.02	0.04	0.03						
<i>Bugula harmsworthi</i> Waters, 1900	a		0.03								

Продолжение таблицы 2

Семейство Scrupocellariidae Levinsen, 1909											
<i>Tricellaria gracilis</i> Van Beneden, 1848	b-a	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01		
<i>Tricellaria ternata</i> (Ellis et. Solander, 1786)	b-a		0.02		0.02				0.01		0.01
<i>Tricellaria</i> sp.		0.01								0.01	
<i>Scrupocellaria elongata</i> (Smitt, 1868)	b-a		0.01								
<i>Scrupocellaria minor</i> Kluge, 1915	a		0.01	0.01	0.01	0.01				0.01	
<i>Scrupocellaria scabra</i> (Van Beneden, 1848)	b-a		0.03			0.01					
<i>Caberea ellisi</i> (Fleming, 1816)	b-a		0.08		0.54						
Семейство Cribrilinidae Hincks, 1880											
<i>Cribrilina spitzbergensis</i> Norman, 1903	a								0.15		
<i>Cribrilina watersi</i> Andersson, 1902	b-a		0.01	0.02	0.01	0.02			0.03		
Семейство Escharellidae Levinsen, 1909											
<i>Escharella microstoma</i> (Norman, 1864)	b-a			0.02					0.04		
<i>Escharella ventricosa</i> Hassal, 1848	b-a								0.11		
<i>Phylactella labiata</i> (Boeck in MS Smitt, 1868)	b-a				0.07				1.0		
Семейство Smittinidae Levinsen, 1909											
<i>Cystisella saccata</i> (Busk, 1856)	b-a							0.08			
<i>Smittina majuscula</i> (Smitt, 1868)	b-a		0.01			0.06		0.01	0.05	0.01	
<i>Smittina minuscula</i> Smitt, 1868	b-a									0.01	0.04
<i>Smittina peristomata</i> (Nordgaard, 1905)	b-a		0.02		0.01						
<i>Smittina rigida</i> Lorenz, 1886	b-a										0.08
<i>Parasmittina jeffreysii</i> (Norman, 1903)	b-a			2.89	0.37		8.18	7.73		0.18	2.10

Продолжение таблицы 2

<i>Parasmittina trispinosa</i> (Johnston, 1838)	b										0.03
<i>Pseudoflustra hincksi</i> Kluge, 1915	a				0.38						
<i>Pseudoflustra solida</i> (Stimpson, 1854)	a		0.64	0.68	0.26	0.77	0.17		3.12		
<i>Porella aperta</i> Boeck, 1862	a				0.01	0.01					
<i>Porella compressa</i> Sowerby, 1806	b-a								6.12		
<i>Porella concinna belli</i> Douson, 1859	b-a						0.01				
<i>Arctonula arctica</i> (M. Sars, 1851)	b-a					0.02					
Семейство Schizoporellidae Jullien, 1903											
<i>Schizobranchiella stylifera</i> (Levinsen, 1887)	b-a					0.01					
<i>Schizomavella auriculata</i> (Hassall, 1842)	a					0.02					
<i>Schizomavella porifera</i> (Smitt, 1868)	b-a			0.01		0.01			0.02		
<i>Schizoporella pachystega</i> Kluge, 1929	b-a								0.18		
<i>Hippoporina reticulato-punctata</i> (Hincks, 1877)	b-a								0.01	0.07	0.01
<i>Hippodiplosia borealis</i> (Waters, 1900)	a								0.02		
Семейство Stomachetosellidae Canu et Bassler, 1917											
<i>Stomachetosella cruenta</i> (Busk, 1854)	b-a						0.01		0.27		
Семейство Myriaporidae Smitt, 1868											
<i>Myriapora coarctata</i> (M. Sars, 1863)	b-a		1.36						12.8		
Семейство Hippothoidae Levinsen, 1909											
<i>Hippothoa divaricata</i> var. <i>arctica</i> Kluge, 1906	b-a							0.01			

Продолжение таблицы 2

<i>Harmeria scutulata</i> (Busk, 1855)	a					0.01					
Семейство Tessaradomidae Jullien, 1903											
<i>Tessaradoma boreale</i> (M. Sars, 1851)	b-a								0.01		
Семейство Reteporidae Smitt, 1868											
<i>Sertella septentrionalis</i> Jullen, 1933	b-a		1.31								
Семейство Hippoponellidae Kluge fam. n.											
<i>Hippoponella hippopus</i> (Smitt, 1868)	b-a								0.05		
Семейство Rhamphostomellidae Kluge fam. n.											
<i>Ragionula rosacea</i> (Busk, 1856)	b-a		0.30						0.13		
<i>Rhamphostomella bilaminata</i> (Hincks, 1877)	a		0.02								
<i>Rhamphostomella hincksi</i> (Nordgaard, 1906)	b-a								0.02		0.02
<i>Rhamphostomella scarba</i> (Fabricius, 1780)	b-a			0.01							
Семейство Celleporidae Busk, 1854											
<i>Cellepora canaliculata</i> (Busk, 1866)	a			0.49					1.37		
<i>Cellepora</i> sp.			0.02								
Семейство Hippopodinidae Levinsen, 1909											
<i>Cheiloporina inermis</i> (Busk, 1880)	b-a			0.01							
<i>Cheiloporina sincera</i> (Smitt, 1868)	b-a				0.15	0.30	0.04	0.02	0.53		0.17

Примечание: а – арктический, b-a – бореально-арктический, b – бореальный вид (по Денисенко Н.В., 1990).

По биогеографической принадлежности подавляющее большинство встреченных видов (69 %) – бореально-арктические, арктические виды составляют 27 %, также обнаружены 3 бореальных вида (4 %). Надо отметить, что район исследований (все 10 станций разреза «Кольский меридиан») находится в зоне влияния теплых атлантических вод (Матишов и др., 2010).

Количественное развитие мшанок на Кольском разрезе зависит, главным образом, от структуры донных осадков (наличия твердого субстрата), гидродинамики и, вероятно,

от солености и гидрохимических параметров воды. Так, наиболее высокие значения биомассы (84 г/м²) и максимальное видовое разнообразие (36 видов) отмечены в районе станции 8 (73°00' N), расположенной в середине Центральной ветви Нордкапского течения на возвышенности с глубиной 212 м и илисто-глинистых, с примесью камней, грунтах. Каменистая россыпь, залегающая под 73°00' N, служит благоприятным субстратом для этих прикрепленных беспозвоночных. Высокие значения биомассы Bryozoa здесь достигаются, главным образом, за счет древовидных известковых мшанок, таких как *Cellepora canaliculata* (Busk, 1866), *Myriaporra coarctata* (M. Sars, 1863), *Stegohornera lichenoides* (L., 1758), *Porella compressa* Sowerby, 1806. Развитие форм с мощным известковым скелетом, вероятно, определенным образом связано с особыми гидрохимическими условиями, возможно, с повышенной соленостью. В этом районе осолоняющее влияние оказывают воды Центрального желоба, соленость которых близка к солености атлантических вод и превышает 35 ‰ (Карсаков, 2009). Обилие представителей корковых видов мшанок, обнаруженных здесь (20 видов), вероятнее всего, объясняется интенсивной динамикой водных масс (Бойцов, 2006).

Также высокое видовое богатство (28 видов) зафиксировано на относительно мелководной станции 2 (70°00' N), расположенной в районе Прибрежной ветви Мурманского течения, на глубине около 150 м. Под 70°00' N имеется каменистая банка, создающая благоприятный субстрат для разнообразного населения из прикрепленных животных (Дерюгин, 1924). Здесь доминируют поселения ветвистых видов мшанок, таких как *Caberea ellisi* (Fleming, 1816), *Crisia eburneo-denticulata* (Smitt, 1865), *Eucratea loricata* (L., 1758), *Filicrisia smitti* (Клюге, 1946), *Pseudoflustra solida* (Stimpson, 1854), представители родов *Bugula*, *Dendroboeana*, *Scrupocellaria*, *Tricellaria*. Обилие кустистых видов Bryozoa и уменьшение количества древовидных известковых форм, вероятно, как-то связано с изменяющимися свойствами прибрежной водной массы в данном районе (например, соленостью), в частности, влияющими на содержание кальция, необходимого для построения известкового скелета мшанок. Более того, здесь встречены обильные поселения необыкновенно мшанки *Alcyonidium radicellatum* (до 0.205 г/м²) (Клюге, 1946).

Районы станций 2 и 8 Кольского разреза, расположенные на возвышенностях с каменистыми россыпями, отличаются высоким уровнем обилия как мшанок, так и всех видов беспозвоночных в целом, согласно многолетним данным (Дерюгин, 1924; Филатова, 1938; Денисенко С.Г., 2005).

Самая южная станция, расположенная на выходе из залива в зоне влияния Прибрежной ветви Мурманского течения (ст. 1, 69°30' N), значительно обеднена по видовому составу (до 3 видов) и биомассе (0.04 г/м²). Здесь донные осадки представлены в большей степени песчанистым илом, который является не самым лучшим субстратом для прикрепления и жизнедеятельности большинства видов мшанок. Ранее в этом районе была отмечена (Дерюгин, 1924) кустистая мшанка *Sarsiflustra abyssicola* (G.O. Sars, 1872), вносящая значительный вклад в биомассу на более северных станциях Кольского разреза в настоящее время (ст. 3, 4, 5 и 8). Однако в пробах 2010-2011 гг. на станции 1 она не встречается. Вероятно, произошел сдвиг границы ареала этого арктического вида в связи с потеплением климата в сторону более холодноводных районов моря.

Замечено, что на станциях Кольского разреза, расположенных ближе к берегу (ст. 2, 3 и 4) и находящихся в области Прибрежной и Основной ветви Мурманского течения, по видовому богатству доминируют ветвисто-кустистые виды мшанок, а затем, с продвижением на север, в области Северной ветви Нордкапского течения (ст. 5, 7, 8, 9 и 10), преобладают поселения корковых мшанок. Возможно, это связано с особенностями гидродинамики в данных районах.

Вертикальное распределение мшанок зависит от многих факторов, таких как тип донных осадков, гидродинамическая активность, температура и соленость воды (Денисенко Н.В., 1990). Наибольшего видового разнообразия мшанки Кольского разреза достигают на глубине 150-250 м (ст. 2, 4 и 8). Здесь же, на фоне преобладания бореально-арктических видов, отмечены два бореальных вида, а арктические виды достигают наибольшего обилия (14 видов). Дальнейшее возрастание глубины сопровождается обеднением фауны мшанок, что, главным образом, связано с исчезновением подходящего субстрата.

Однако, на самой северной станции (ст. 10, 74°00' N), на глубине 320 м, видовое разнообразие несколько возрастает, благодаря наличию на глинистом грунте твердого субстрата в виде железисто-марганцевых конкреций. Один из 17 отмеченных здесь видов – бореальный, два вида – арктического происхождения, остальные – бореально-арктические. Этот район располагается вблизи Полярного фронта (Бойцов, 2006). Здесь, в 2010 г. отмечалась самая низкая придонная температура (0.56°C), которая чаще всего бывает именно в августе (Бойцов, 2006).

Анализ полученных результатов показал, что богатство фауны мшанок на разрезе «Кольский меридиан» определяется разнообразием условий среды и зависит от нескольких факторов: типа донных осадков и наличия подходящего для прикрепления субстрата, гидродинамики, а также температуры и солености воды. Отмечено, что вдоль разреза «Кольский меридиан» в направлении с юга на север наблюдается в среднем уменьшение видового разнообразия (связанное с недостатком твердых субстратов на больших глубинах) и увеличение биомассы Bryozoa (за счет видов с сильно обызвествленными древовидными колониями). Отмечено отступление южной границы ареала арктического вида *S. abyssicola* к северу за последние 85 лет.

Л и т е р а т у р а

Бойцов В.Д. Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее прогнозирование. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. 292 с.

Брызгин В.Ф., Денисенко Н.В., Денисенко С.Г. и др. Животные и растения Баренцева моря. Апатиты: Изд-во Кольского филиала АН СССР, 1981. 188 с.

Гостиловская М.Г. К фауне мшанок Новой Земли (пролив Маточкин Шар и залив Моллера) // Тр. ММБИ. 1962. Вып. 4(8). С. 64–96.

Гостиловская М.Г. Мшанки Баренцева моря // Состав, распределение и экология донной фауны Баренцева моря: Тез. докл. Мурманск, 1973. С. 14–16.

Денисенко Н.В. Видовой состав и распределение мшанок на литорали некоторых губ Восточного Мурмана // Бентос Баренцева моря. Изд-во Кольского филиала АН СССР, 1984. С. 71–79.

Денисенко Н.В. Распределение и экология мшанок Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1990. 156 с.

Денисенко Н.В., Денисенко С.Г. и др. Современное состояние донной фауны зообентоса на «Кольском меридиане» Баренцева моря // Экологический мониторинг морей западной Арктики: Тез. докл. межд. конференции. Мурманск, 1997. С. 25–26.

Денисенко С.Г., Рахор А. и др. Некоторые результаты изучения многолетних изменений зообентоса в переходных биогеографических районах Арктики на примере Кольского разреза // Вековые изменения морских экосистем Арктики. Климат, морской перигляциал, биопродуктивность: Тез. докл. межд. конф. Мурманск. 2000. С. 57–58.

Денисенко С.Г. Многолетние изменения донной фауны Баренцева моря и гидрологические флуктуации вдоль разреза «Кольский меридиан» // 100 лет океанографических наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2005. С. 65–74.

Дерюгин К.М. Баренцево море по Кольскому меридиану (33°30' в.д.) // Тр. северной Научно-Промысловой Экспедиции. 1924. Вып. 19. С. 1–102.

Карсаков А.Л. Океанографические исследования на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море за период 1900–2008 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. 139 с.

Клюге Г.А. Новые и малоизвестные мшанки из Северного Ледовитого океана // Тр. дрейфующей экспедиции главсевморпути на ледокольном пароходе «Г. Седов». М.-Л.: Изд-во главсевморпути, 1946. С. 194–217.

Клюге Г.А. Мшанки северных морей СССР. Изд-во АН СССР, 1962. 584 с.

Клюге Г.А. Мшанки (Bryozoa) района Земли Франца-Иосифа // Тр. Аркт. и Антаркт. научно-исслед. ин-та. 1964. Т. 259. С. 181–190.

Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов: Учеб. пособие. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1986. 97 с.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. Климатические изменения морских экосистем Европейской Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. № 3(86). С.7–20.

Несис К.Н. Изменение донной фауны Баренцева моря под влиянием колебаний гидрологического режима (на разрезе по «Кольскому меридиану») // Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера. М., 1960. С. 129–136.

Руководство по гидробиологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 286 с.

Филатова З.А. Количественный учет донной фауны юго-западной части Баренцева моря // Тр. Полярного н.-иссл. инс. морск. рыбн. хозяйства и океанографии. Вып. 2. 1938. С. 3–58.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВЕРНОГО МАКРУРУСА (*MACROURUS BERGLAX LACEPEDE, 1801*) БАРЕНЦЕВА МОРЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОД

Ю А. Белова

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия

e-mail: uliya.90.90@mail.ru

Большинство литературных данных о биологии макрурусов на Северо-Востоке Атлантики посвящено тупорылому макрурусу. Имеющиеся сведения о биологии северного макруруса весьма обрывочны и неполные, а данные о его промысле, практически, отсутствуют в силу того, что этот вид макрурусов не является объектом масштабного промысла и до последнего времени даже не рассматривался как потенциальный резерв сырьевой базы промысла в Баренцевом море и сопредельных водах. Вместе с тем, северный макрурус встречается в уловах на достаточно обширной акватории моря, а на отдельных ее участках формирует скопления, пригодные для его целенаправленного лова, прежде всего, пассивными орудиями лова – ярусами. В силу этих причин анализ и обобщение многолетних данных о биологии северного макруруса в водах Баренцева моря являются весьма актуальными и направлены на расширение сырьевой базы промысла в Баренцевом море и сопредельных водах. В конечном счете, эти исследования, безусловно, будут способствовать решению проблемы рационального использования сырьевых ресурсов Мирового океана.

Цель работы: выявить особенности биологии северного макруруса (*Macrourus berglax* Lacerpede, 1801) Баренцева моря и сопредельных вод.

Задачи работы:

1. выявить распределение и условия обитания;
2. рассмотреть особенности размерного и весового состава;
3. изучить половой состав и определить сроки созревания;
4. проанализировать спектр питания самцов и самок, дать сравнительную характеристику;
5. изучить сезонные вертикальные миграции.

Северный макрурус обитает в водах Северной Атлантики и его ареал смещен к северу по отношению к тупорылому макрурусу, доходит до моря Баффина, арх. Шпицбергена и Кольского залива. Вертикальное распределение макрурусовых охватывает диапазон от 50-100 до 5-6 тыс. м, чаще встречаются на глубинах от 200 до 4000 м. Большинство видов, как и северный макрурус, распространено на самом континентальном склоне на глубине 250-2000 м.

Длина тела северного макруруса достигает 1 м и более, масса до 10 кг. Ведет придонный образ жизни. В его питании многочисленны бентосные организмы: иглокожие (офиуры), многощетинковые черви, моллюски, ракообразные. Более крупные особи чаще питаются рыбой: песчанкой, мойвой, миктофидами. Живет до 25 лет. Протяженных миграций не совершает (Константинов, Подражанская, 1972).

В работе анализировались официальные данные по вылову северного макруруса научными и научно-промысловыми судами в 2000-2010 гг. Анализировались встречаемость северного макруруса в различных районах моря и на разных глубинах, его биологические характеристики. Обработка биологической информации проводилась по принятым методикам (Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов..., 2004). Промер рыбы производился с разделением по полу сточностью до 1 см. Измерялась общая длина тела (от начала рыла до конца хвостового плавника). Массовый промер северного макруруса составил 14916 экз. Также была проанализирована структура питания северного макруруса, степень наполнения желудков рыб.

Для выявления степени совпадения спектров питания самцов и самок северного макруруса использовали индекс пищевого сходства (ИПС), предложенный А.А. Шорыгиным (Шорыгин, 1952), который определялся как сумма наименьших величин (%) из спектра питания сравниваемых групп рыб. При полном совпадении состава пищи ИПС равен 100 %, если характер питания полностью различается, то ИПС равен 0 %.

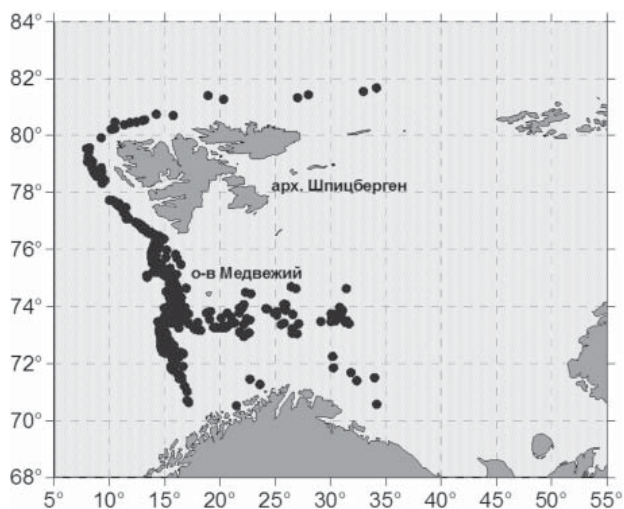


Рис. 1. Районы встречаемости северного макруруса в уловах в Баренцевом море в 2000-2010 гг.

По результатам анализа выявлено, что в Баренцевом море и сопредельных водах северный макрурус наиболее часто и массово встречается в уловах при работе судов вдоль свала глубин от берегов Норвегии, до северной оконечности арх. Шпицберген (рис. 1). В последние годы отдельные находки этого вида были отмечены в северных районах Баренцева моря, выше арх. Шпицберген, где раньше этот вид не отмечался. Также отмечались случаи его поимки в центральной части моря и на акватории между арх. Шпицберген и арх. Земля Франца-Иосифа, но массовых скоплений на северных участках акватории моря северный макрурус не образует.

Минимальная глубина поимки северного макруруса в Баренцевом море и сопредельных водах составляла 230 м, максимальная – 940 м. Наиболее плотные скопления эта рыба создает в придонном слое на глубинах 500-700 м, но при этом ей характерны сезонные перемещения в толще воды. Весной рыба держится преимущественно на горизонтах 500-650 м, летом предпочитает более глубоководные участки – 650-700 м, а к осени достаточно равномерно распределяется в придонных слоях на глубинах от 450 до 800 м. В целом в Баренцевом море северный макрурус встречается в меньшем диапазоне глубин по сравнению с общим диапазоном глубин обитания, указанным для этого вида – от 100 до более 2000 м (Савватимский, 1969).

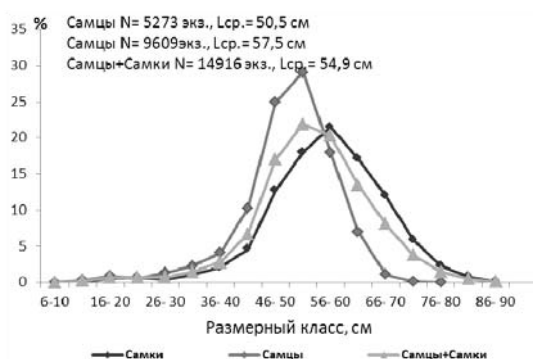


Рис. 2. Размерный состав северного макруруса в Баренцевом море и сопредельных водах в 2000-2010 гг.

Длина северного макруруса, встречающегося в Баренцевом море, варьирует от 9 до 94 см (рис. 2). Модальный класс самцов составляют особи длиной 46-55 см, самок – 56-65 см, при средней длине 50.5 и 57.5 см, соответственно. Самки в уловах всегда крупнее самцов, что указывает на наличие полового диморфизма у этого вида, которое проявляется в размерно-весовом соотношении: если молодые одноразмерные самцы и самки имеют примерно равную массу тела, то по мере роста рыбы масса самок увеличивается больше, чем у одноразмерных самцов. По мере увеличения глубины лова длина самок значительно увеличивается, чего не наблюдается у самцов.

Различия в средней длине самцов и самок, выявленные в Баренцевом море, типичны и для популяций из других районов Северо-Западной Атлантики (Murua, 2003).

В ходе исследований было выявлено, что соотношение самцов и самок в разных размерных группах не остается постоянным, а заметно изменяется. Среди молодежи северного макруруса численно преобладают самцы, а далее, по мере роста рыбы, отмечается четко выраженный тренд в сторону увеличения доли самок. Соотношение полов наиболее близко к 1:1 у рыб длиной 36-55 см, а среди рыб длиной свыше 80 см отмечались только самки.

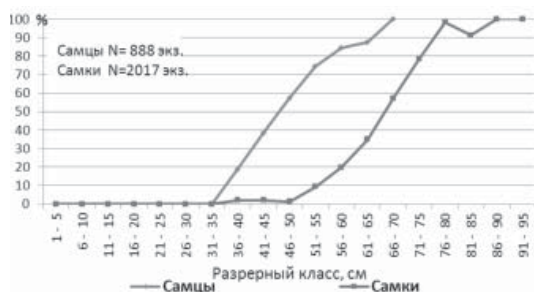


Рис. 3. Огины половозрелости самцов и самок северного макруруса в Баренцевом море

Кроме того, анализ результатов ярусного лова демонстрирует нам, что соотношение самцов и самок северного макруруса в уловах зависит от глубины лова. На относительно мелководных участках с глубинами от 400 до 500 м в уловах ярусов численно преобладали самцы, а глубже – самки, и по мере увеличения глубины лова их доля в уловах постепенно увеличивалась.

Темпы полового созревания самцов и самок северного макруруса различаются (рис. 3). Самцы начинали созревать при длине тела 31-35 см. Массовое созревание (более 50 % всех рыб) у них происходит при

длине более 50 см, и только при длине тела более 70 см все особи становятся половозрелыми. Самки начинают созревать при длине тела 46-50 см, массовое созревание отмечается при длине более 65 см и только при длине свыше 86 см все самки становятся половозрелыми.

Результаты показывают, что в течение года, вдоль континентального склона в Баренцевом море, в пределах исследованных глубин (400-900 м) нерестовых особей не отмечалось, что позволяет утверждать, что на континентальном склоне в пределах Баренцева моря на глубинах до 900 м, в том числе и в южной части свала глубин, северный макрурус не нерестится. Нерест может проходить либо на больших глубинах батиали, либо за пределами акватории Баренцева моря, т.е. Баренцево море (в пределах обследованных глубин) не является репродуктивным ареалом северного макруруса. Кроме того, почти полное отсутствие половозрелых особей на рассматриваемой акватории в конце осени-начале зимы позволяет нам предположить, что сроки нереста приходятся именно на этот период, а увеличение доли половозрелых самок от весны к лету может указывать на выход посленерестовой рыбы с нерестилищ к местам нагула.

Северный макрурус – придонная бентосоядная и хищная рыба. Спектр его питания в Баренцевом море достаточно широкий, в его желудках обнаружено около 35 пищевых компонентов. Основу питания северного макруруса составляли ракообразные (42 % среди всех компонентов питания). В относительно равных долях он также потреблял червей, рыбу и иглокожих (по 12-15 %). Различий в питании самцов и самок не выявлено, спектры их питания совпадают на 92 %.

Из ракообразных предпочтение отдавалось креветке и гаммаридам, частота встречаемости которых в желудках составила 37 и 13 %, соответственно. Среди иглокожих основным кормовым объектом были офиуры, среди червей – полихеты. Из донных видов рыб (молодь трески, пикши, ликоды, рогатковые, люмпенусы) чаще других в желудках присутствовали ликоды. Единично отмечались пелагические рыбы (сельдь, мойва, путасу). В относительно небольшом количестве (частота встречаемости в желудках 3.6 %) северный макрурус употреблял в пищу моллюсков-двустворчатых, брюхоногих и головоногих, последние встречались немного чаще других.

Средний бал наполнения желудков в течение года был наименьшим как у самцов, так и у самок в марте, а далее он возрастал, достигая своего максимального значения в июне. Возможно, это обусловлено интенсивным откормом макрурусов в летний период.

Л и т е р а т у р а

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. М.: Изд-во ВНИРО, 2004. 300 с.

Константинов К.Г., Подражанская С.Г. Питание и пищевые взаимоотношения макруруса и других глубоководных рыб Северо- Западной Атлантики // Труды ПИНРО. 1972. Вып. XXVIII. С. 96–106.

Савватимский П. И. Макрурус Северной Атлантики. Мурманск: ПИНРО, 1969. 72 с.

Шорыгин А.А. Питание и пищевые отношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 200 с.

Murua H. Population structure, growth and reproduction of roughhead grenadier on the Flemish Cap and Flemish Pass // Journal of Fish Biology. 2003. 63. P. 356–373.

МЕЖВИДОВОЕ СКРЕЩИВАНИЕ В ПОПУЛЯЦИЯХ *CALANUS FINMARCHICUS* И *CALANUS GLACIALIS* АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

И.В. Берченко

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: berchenko.igor@gmail.com

Введение

После выделения В.А. Яшновым из состава вида *Calanus finmarchicus* s.1. арктического *C. glacialis* в качестве самостоятельной таксономической единицы (Яшнов, 1955, 1957), вопросы, связанные с морфологией и биологией двух новых видов *C. finmarchicus* и *C. glacialis* вызвали огромный интерес в рядах гидробиологов. Основанием для разделения данных видов послужила значительная разница размеров арктической и атлантической форм *Calanus finmarchicus* s.1, а также особенности строения пятой пары ног у самок и самцов. Среди одного из отличительных признаков *C. finmarchicus* и *C. glacialis* В.А. Яшнов указывалось различие в соотношении трех типов вооружения эндоподитов пятой пары ног самок в популяциях данных видов (Яшнов, 1955, 1957). У *C. finmarchicus* оно составляло 71:4:25 (описано по материалу из Норвежского моря), у *C. glacialis* – 41:20:39 (описано по материалу из Карского моря). В дальнейшем эта отличительная особенность выпадает из поля зрения исследователей. Таблицы, указывающие на данное соотношение у различных видов рода *Calanus*, встречаются только в работах К.А. Бродского (Бродский, 1972; Бродский и др., 1983). Однако в них отсутствует вариант, когда на эндоподитах пятой пары ног самок располагается нечетное количество щетинок. Подобное могло произойти из-за редкой встречаемости этого типа вооружения и недостаточного числа просмотренных автором особей.

В своей работе В.А. Яшнов принимал данное соотношение как постоянное, а также отмечал, что особи с удвоенными щетинками на эндоподитах встречаются чаще у видов, обитающих в холодных водах (Яшнов, 1957).

Целями нашей работы являются установление факта наличия или отсутствия внутривидовой изменчивости по данному признаку, проверка предположения В.А. Яшнова об увеличении числа особей с двойными щетинками в направлении от тепловодных видов к холодноводным, а также установление причин подобной внутри- и межвидовой изменчивости.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили половозрелые особи трех видов - представителей рода *Calanus*, отобранных в ходе ряда экспедиций в период с 1993 по 2011 гг. (рис. 1).

Всего было обследовано 1098 самок (*C. finmarchicus* – 555 экз., *C. glacialis* – 475 экз., *C. hyperboreus* – 68 экз.). У всех организмов отмечалась длина цефалоторакса, характер изгиба внутренней линии первого базиподита пятой пары ног, а также количество щетинок на внешней стороне третьих члеников эндоподитов пятой пары ног (рис. 2). Длина цефалоторакса измерялась от переднего края головы до выемки на последнем торакальном сегменте с дорсальной стороны. Изгиб линии первого базиподита не оценивался количественно, отмечалась лишь слабая или сильная изогнутость. Измерение особи и отделение пятой пары ног производили под бинокулярным микроскопом МБС-10, учет остальных параметров проводился с использованием микроскопа МИКМЕД-2.

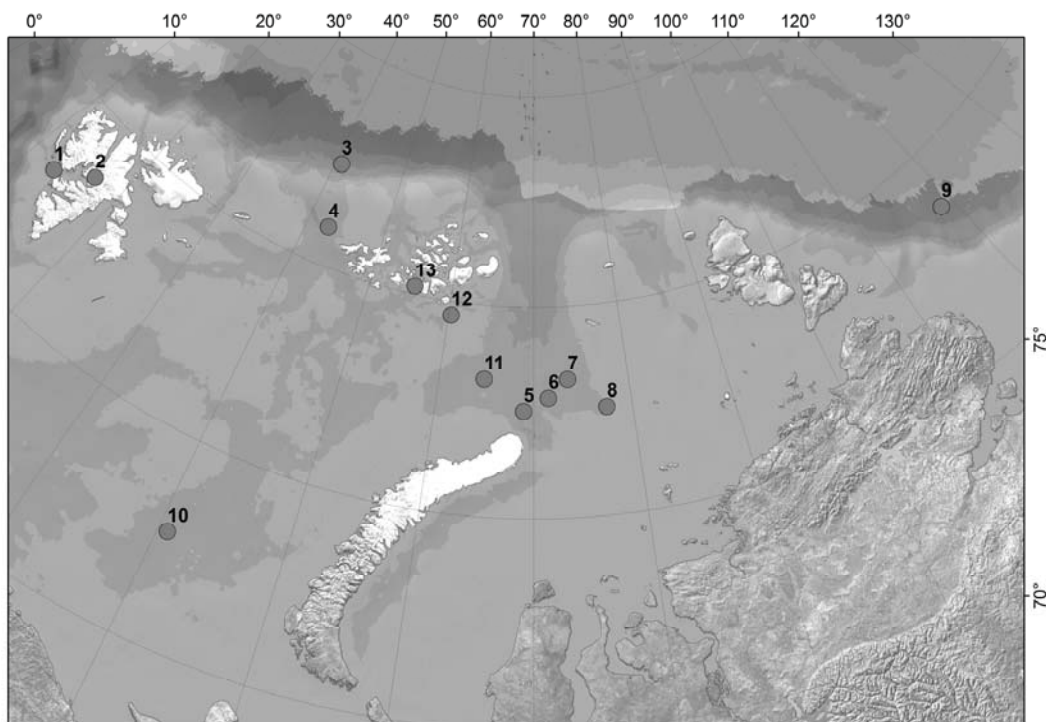


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб

Разделение видов *C. finmarchicus* и *C. glacialis* осуществлялось по кривизне внутреннего края первого базиподита пятой пары ног (Яшнов, 1955, 1957). Поскольку размерные спектры двух видов пересекаются, за границу принималось такое значение длины цефалоторака, при котором соотношение сильно и слабо изогнутой линии составляло 1:1. Данное значение не было постоянным для всех районов и варьировало в пределах 2.9 – 3.25 мм.

C. hyperboreus определялся по длине цефалоторака и наличию острия на задних углах последнего торакального сегмента (Бродский, 1983).

Сравнение размерных рядов проводилось с использованием непараметрических методов статистики (Шмидт, 1984), в частности, критерия λ , рассчитываемого по формуле:

$$\lambda = D_{\max} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

где: n_1 и n_2 – объемы сравниваемых выборок, а D_{\max} – максимальная разница между накопленными частотами.

Результаты

Сравнение соотношения типов вооружения эндоподитов пятой пары ног самок у трех видов рода *Calanus* не показало наличия зависимости между количеством особей с удвоенным числом щетинок (рис. 2) и «холодноводностью» вида. Процент таких особей в исследованном материале из моря Лаптевых у арктического глубоководного *C. hyperboreus* был значительно ниже, не только чем у *C. glacialis*, но и бореального *C. finmarchicus*.

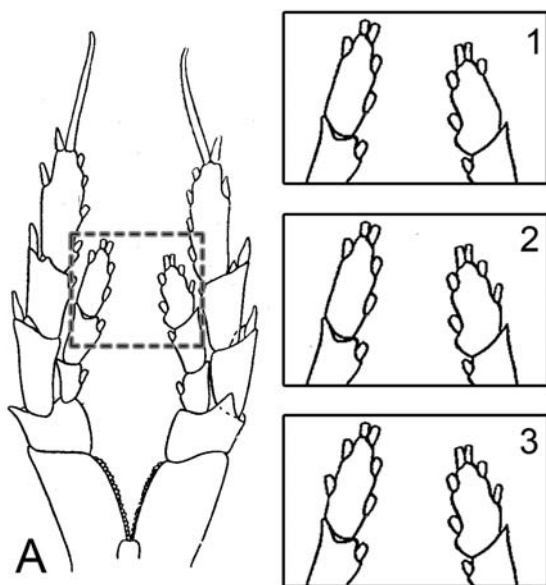


Рис. 2. Типы вооружения эндоподитов пятой пары ног самок *Calanus* sp. (А – общий вид пятой пары ног самки (Бродский, 1983), 1 – 2 щетинки на внешних краях обоих члеников, 2 – 3 на внешних краях обоих члеников, 3 – 4 щетинки на внешних краях обоих члеников)

Помимо межвидовой изменчивости нами было отмечено значительное варьирование данного признака у *C. finmarchicus* и *C. glacialis* в зависимости от места отбора проб. Так, количество особей с удвоенным числом щетинок на эндоподитах пятой пары ног у самок *C. finmarchicus* изменялось в пределах 26 – 60 % от общего числа исследованных особей. Наименьшая доля таких особей в популяции была отмечена в районе жёлоба Франца-Виктории, а наибольшая – в юго-восточной части Баренцева моря.

Сходный диапазон варьирования был отмечен у *C. glacialis* – 28 – 56 %. Однако, если у *C. finmarchicus* на большинстве станций преобладали особи с двумя щетинками на эндоподитах, то у *C. glacialis* подобные особи в 7 из 9 исследованных районов были представлены в меньшем, либо равном количестве по сравнению с самками, обладающими удвоенным числом щетинок.

Сравнение размерной структуры популяций *C. finmarchicus* и *C. glacialis* из исследованных районов Арктики по критерию λ показало наличие достоверного сходства между популяциями различных акваторий.

Для дальнейшего анализа материал со сходной размерной структурой был объединен в три района (рис. 3). Следует отметить, что сравниваемый диапазон включал в себя оба вида и находился в пределах 2.3 – 4.3 мм. Объединение двух видов было произведено с целью учета возможного влияния перекрытия размерных спектров *C. finmarchicus* и *C. glacialis*.

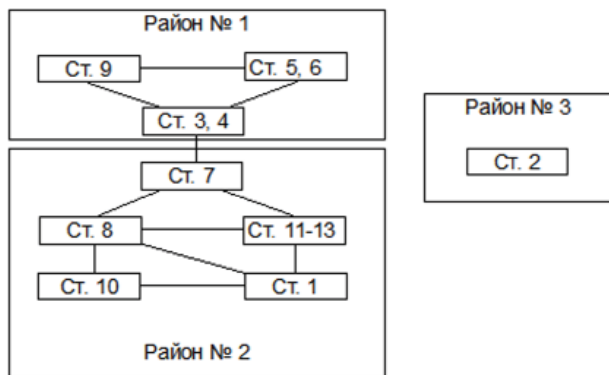


Рис. 3. Схема сходства размерной структуры *Calanus* sp. по критерию λ на различных станциях отбора проб

Обсуждение

Предположение, высказанное В.А. Яшновым (Яшнов, 1957), о возможной зависимости между условиями обитания видов *Calanus* sp. и числом удвоенных щетинок на внешней стороне эндоподитов нашими данными не подтверждается. Более того, *C. hyperboreus* по данному признаку значительно ближе к тепловодным видам *C. helgolandicus*, *C. euxinus* и *C. pacificus*, у которых число особей с 4-мя щетинками не превышает 10% от общей численности.

Большие доли таких особей характерны только для *C. finmarchicus* и *C. glacialis*, причем вне зависимости от условий обитания.

Причина увеличенного количества особей с удвоенными щетинками, а также наличия внутривидовой изменчивости соотношения различных типов вооружения эндоподитов у обоих видов, вероятно, имеет биотическую природу и кроется во взаимодействии популяций *C. finmarchicus* и *C. glacialis*. В пользу такого предположения говорит значительное перекрытие как размерных спектров, так и географических областей распространения этих видов (Яшнов, 1955, 1957; Бродский, 1959, 1972; Frost, 1974; Fleminger, Hulsemann, 1977; Tande, 1991). Можно предположить, что увеличенным числом особей с двойными щетинками характеризуется только популяция *C. glacialis*. Повышение доли таких особей у *C. finmarchicus* происходит, в таком случае, за счет «простого» смешивания популяций двух видов, вследствие перекрытия размерных диапазонов. Однако данное предположение никак не объясняет причину большого количества особей с 4-мя щетинками у *C. glacialis* по сравнению с прочими видами рода *Calanus*. Другим объяснением может служить гибридизация особей в зоне перекрытия ввиду сходства размеров самок и самцов двух видов. И как следствие, увеличение числа особей с 4-мя щетинками (гибридов), по крайней мере, в зоне гибридизации. Чем больше особей обоих видов будет находиться в этой зоне, тем сильнее соотношение типов вооружения будет отличаться от краевых участков размерных спектров видов. Процесс гибридизации в таком случае может служить причиной как внутривидовой изменчивости по данному признаку, так и различий между видами *Calanus* spp. Рассмотрим более детально, насколько данное предположение соответствует полученным нами данным.

Судя по изогнутости внутренней линии первого базиподита пятой пары ног, зона перекрытия размерных спектров находится в пределах 2.9–3.4 мм (в районе №1 – 3.0-3.4 мм). В обоих выделенных нами районах со сходной размерной структурой *Calanus* spp. четко выделяется область со значительным преобладанием особей с 4-мя щетинками на эндоподитах над особями с 2-мя щетинками (рис. 4), которая совпадает с диапазоном 2.9 – 3.4 мм (в районе №1 – 3.0-3.4 мм).

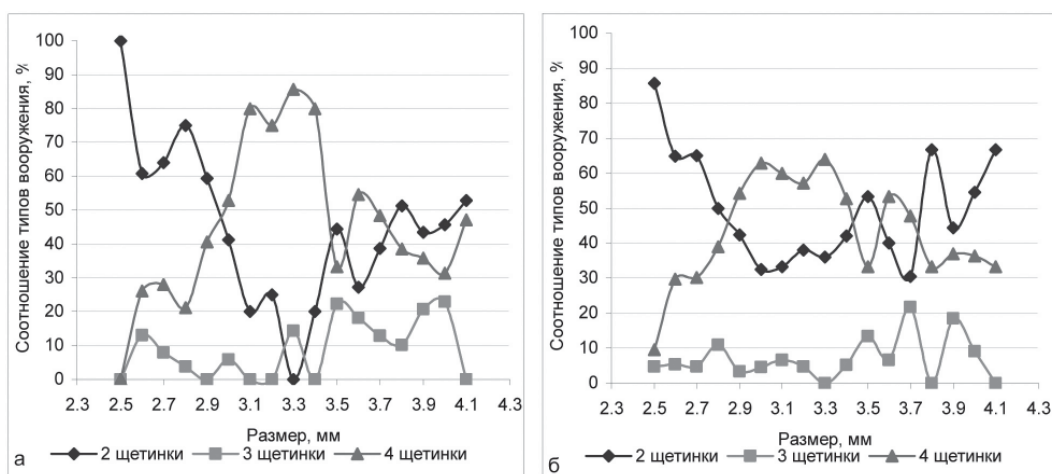


Рис. 4. Соотношение различных типов вооружения En3 P5 у самок *Calanus* spp. (а – район №1, б – район №2)

Наличие подобной области не может быть объяснено «простым» смешиванием популяций *C. finmarchicus* и *C. glacialis*, поскольку в краевых участках рассматриваемого размерного ряда (2.5-2.9 мм и 3.5-4.1 мм) доминируют особи с 2-мя щетинками.

Различия в соотношении типов вооружения между районами обусловлены тем, что в районе №1 в зоне перекрытия размерных спектров находится лишь 10 % от общей численности *Calanus* sp., тогда как в районе №2 – 40 %.

В пользу возможности скрещивания исследованных видов говорит и сходство в строении гениталий. Согласно К.А. Бродскому (Бродский, 1967), оба вида по типу гениталий относятся к одной группе, характеризующейся относительно маленьким щитком, который не прикрывает парные, симметричные сперматеки. Данная группа также включает в себя *C. hyperboreus*, *C. pacificus*, *C. helgolandicus* и *C. australis*.

Выводы

Исходя из выше сказанного, можно заключить, что «простое» смешивание популяций как причина меж- и внутривидовой изменчивости соотношения количества особей с различными типами вооружения у *C. finmarchicus* и *C. glacialis* не выдерживает проверки эмпирическим материалом, тогда как предположение о наличии скрещивания между двумя видами полностью подтверждается фактическими данными.

Л и т е р а т у р а

Бродский К.А. О филогенетических отношениях некоторых видов *Calanus* (Copepoda) северного и южного полушарий // Зоол. журн. 1959. Т. 38, вып. 10. С. 1537–1552.

Бродский К.А. Типы гениталий самки и гетерогенность рода *Calanus* (Copepoda) // ДАН СССР. 1967. Т. 176, вып. 1. С. 222–225.

Бродский К.А. Филогения сем. *Calanidae* (Copepoda) на основе сравнительно-морфологического анализа признаков // Географическая и сезонная изменчивость морского планктона. Исследования фауны морей. 1972. Т. 12(20). С. 5–110.

Бродский К.А., Вышкварцева Н.В., Кос М.С., Мархасева Е.Л. Веслоногие ракообразные (Copepoda: Calanoida) морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, 1983. Т. 1. 358 с.

Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 288 с.

Яшнов В.А. Морфология, распространение и систематика *Calanus finmarchicus* s. 1. // Зоол. журн. 1955. Т. 34, вып. 6. С. 1210–1224.

Яшнов В.А. Сравнительная морфология видов *Calanus finmarchicus* s. 1. // Зоол. журн. 1957. Т. 36, вып. 2. С. 191–199.

Fleminger A., Hulsemann K. Geographical Range and Taxonomic Divergence in North Atlantic *Calanus* (*C. helgolandicus*, *C. finmarchicus* and *C. glacialis*) // Marine Biology. 1977. Vol. 40. P. 233–248.

Frost B.W. *Calanus marshallae*, a new species of calanoid copepod closely allied to the sibling species *C. finmarchicus* and *C. glacialis* // Marine Biology. 1974. Vol. 26. P. 77–99.

Tande K.S. *Calanus* in North Norwegian fjords and in the Barents Sea // Polar Research. 1991. Vol. 10, N. 2. P. 389–408.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕМАТОДЫ *ANISAKIS SIMPLEX* L. В МОЙВЕ (*MALLOTUS VILLOSUS*) БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПЕРИОД С 2000 ПО 2012 Г.

А.А. Бессонов, В.С. Мельник

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия
e-mail: bessonov@pinro.ru; melnikv@pinro.ru

Мойва – *Mallotus villosus* (Müller, 1776) – арктобореальный вид, распространённый в северной части Атлантического и Тихого океанов. Наиболее многочисленная её популяция распределяется, практически, на всей акватории Баренцева моря. Стайная рыба, живущая в пелагиали (верхних слоях и в толще воды) открытого моря и массами подходящая к берегам в период нереста. Имеет короткий жизненный цикл, значительная часть популяции погибает после нереста. Основу пищи составляют массовые виды мезо- и макропланктона.

Мойва является одним из самых эксплуатируемых промысловых объектов в Баренцевом море, промысел имеет большое значение в экономике отечественного рыболовства. На рынке востребована в охлажденном виде.

У мойвы известно 6 видов паразитов (Карасев, 2003), среди которых нематоды *A. simplex* L. заслуживают особого внимания, поскольку представляют опасность для здоровья человека. Взрослые и предвзрослые формы анизакид паразитируют в морских млекопитающих, птицах, рыбах, рептилиях и пресмыкающихся, личиночные формы – в рыбах и беспозвоночных. Однако в последние 50 лет отмечается проблема анизакидоза человека, т.е. заражения людей анизакидами. Установлено, что человек заражается этими гельминтами, в частности нематодами рода *Anisakis*, в основном, при употреблении в пищу рыб или головоногих моллюсков, содержащих живых личинок (Сердюков, 1993; Гаевская, 2005). В рыбе личинки нематод локализуются в полости тела и мускулатуре.

Настоящая работа выполнена на основе данных мониторинга зараженности мойвы личинками нематоды *A. simplex* L., который направлен на оценку качества и паразитарной безопасности водных биологических ресурсов и проводится в ПИНРО с 2000 г.

Цель данной работы – изучить распределение нематоды *A. simplex* L. в теле хозяина и оценить масштабы инвазии баренцевоморской популяции мойвы за многолетний период.

Основой для работы послужили как опубликованные (Шаталов, 2004; Бессонов, Калашникова, 2013), так и ретроспективные материалы по биологии и промыслу мойвы, полученные из базы данных и собранные сотрудниками-паразитологами ПИНРО в рейсах научно-исследовательских и поисковых судов в промысловых районах Баренцева моря.

Объем используемого в работе материала составляет 3201 экз. рыб размером от 9.5 до 20.5 см (табл.). Проведенные исследования охватывают период с 2000 по 2012 гг., за исключением 2003 и 2005 г., в которых паразитологические пробы от мойвы не собирали. Обработку рыб проводили методом неполного паразитологического вскрытия (Быховская-Павловская, 1985). Статистический анализ материалов выполнен с использованием методик, принятых в Полярном институте (Изучение экосистем рыбохозяйственных..., 2004) на персональном компьютере с применением соответствующего программного обеспечения Microsoft Office.

Для количественной оценки инвазии рыб личинками *A. simplex* в работе использованы следующие показатели: экстенсивность инвазии (Э.И.) – число зараженных экземпляров рыб в пробе, выраженное в процентах; индекс обилия (И.О.) – число паразитов, в среднем,

приходящееся на одну исследованную рыбу (не только зараженную) данного вида. Последний вычисляли путем деления суммы выявленных личинок нематод данного вида на количество обследованных рыб в пробе.

Т а б л и ц а

Биологическая характеристика исследованной мойвы

Год	Количество рыб, экз.	Длина, см		Масса, г	
		мин.-макс.	средняя	мин.-макс.	средняя
2000	81	14.5-19.5	17.4	14.5-44.6	28.5
2001	150	11.6-18.5	14.9	6.3-40.2	16.7
2002	450	10.5-19.7	15.3	5.0-48.0	18.4
2004	125	12.0-18.0	14.5	6.7-33.0	14.9
2006	150	11.0-18.0	14.9	5.0-38.8	17.1
2007	75	13.6-19.0	16.3	9.9-46.0	22.9
2008	225	12.0-19.0	15.9	7.0-46.5	21.0
2009	175	13.3-19.5	16.4	8.5-42.0	22.4
2010	495	9.5-20.5	16.0	3.2-54.9	20.9
2011	725	10.0-20.0	15.5	5.3-47.2	19.2
2012	550	10.0-19.5	15.3	4.8-39.7	18.3

Личинки обнаружены у 1142 особей (Э.И. – 35.7 %, И.О. – 0.57), длиной от 10.0 до 20.0 см. В результате выполненного анализа установили, что в основной своей массе доминировали (63%) особи мойвы, единично заражённые нематодой *A. simplex* L., а максимальное количество паразитов в одной зараженной особи хозяина составляло 8 личинок.

При анализе распределения нематод в мойве выявлена локализация паразита (рис. 1). Основная часть личинок обнаружена на мезентерии (75%) и в/на печени (25%). В брюшной и спинной мускулатуре процент встречаемости личинок нематод очень мал (2% и 1%, соответственно).

Такой процент заражённости, по-нашему мнению, не влияет на товарный вид мойвы, а при соблюдении методов обеззараживания рыба безопасна для здоровья человека.

Анализ материала по размерным классам показал, что с увеличением длины рыб количественные показатели зараженности – экстенсивность и индекс обилия – увеличиваются (коэффициент корреляции $r=0.91$ и $r=0.93$, соответственно). Максимальное значение количественных показателей за исследуемый период отмечено у особей длиной от 18.1 до 19.0 см и составило: Э.И. -53.6 %, И.О. – 0.95 (рис.2).

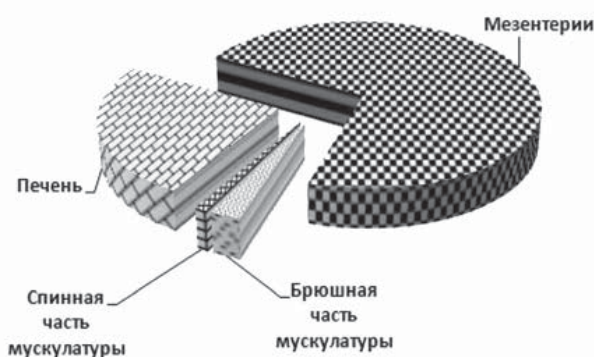


Рис.1. Локализация личинок нематоды *A. simplex* в теле мойвы в 2000-2012 гг.

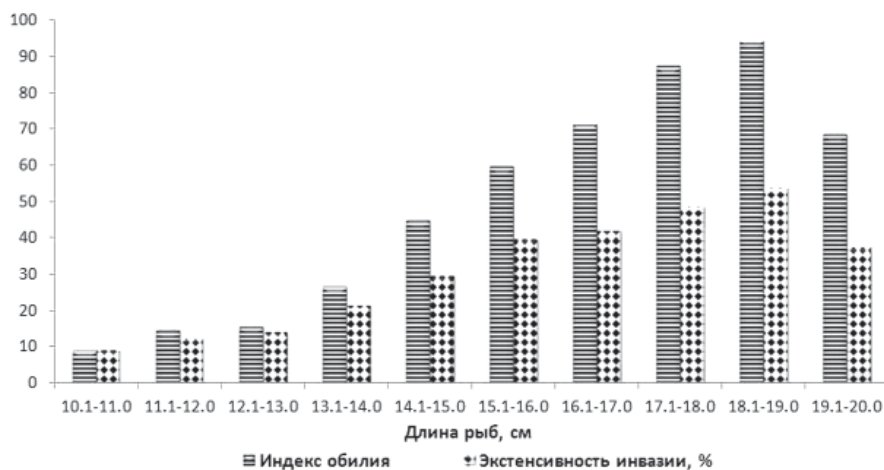


Рис. 2. Количественные показатели зараженности мойвы личинками *A. simplex* в зависимости от длины рыбы (индекс обилия приведен в 10²)

Как и для большинства рыб, у мойвы наблюдается увеличение количества паразитов *A. simplex* I. с увеличением длины рыб, что, вероятно, связано с аккумуляцией личинок в рыбе, где они могут жить продолжительное время. У самых крупных особей (>19 см) происходит снижение значения экстенсивности и индекса обилия на 30 %. Снижение показателей заражения может быть объяснено возрастными изменениями питания и его активности.

По нашим данным, показатели зараженности имеют практически равные значения для самок и самцов (рис.3).

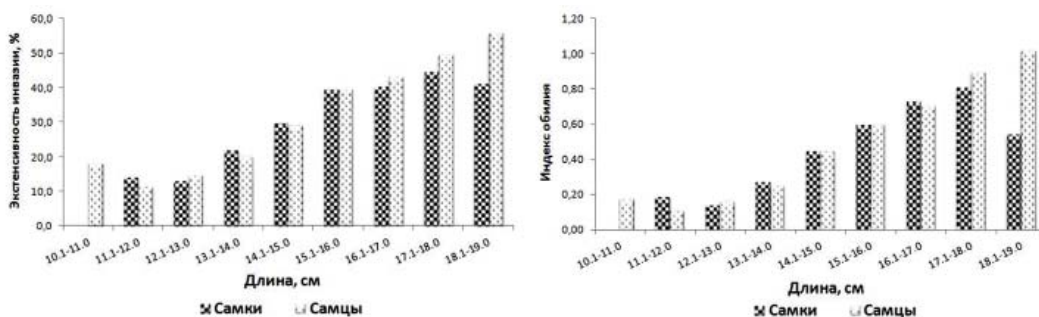


Рис.3. Количественные показатели зараженности мойвы личинками *A. simplex* в зависимости от половой принадлежности и длины рыб

Для мойвы, в целом, характерно ровное соотношение количества самцов и самок при незначительных вариациях полового состава в зависимости от возраста рыб и сезона.

Значения количественных показателей зараженности личинками нематоды *A. simplex* рыб разного пола в зависимости от длины за исследуемый период также имеет положительную корреляцию: $r=0.97$ и $r=0.96$ (Э.И. и И.О., соответственно) – у самцов, $r=0.91$ и $r=0.95$ (Э.И. и И.О., соответственно) – у самок.

Таким образом, размерная динамика инвазии мойвы личинками нематоды *A. simplex* показывает, что заражение рыб начинается при длине 10.0 см и достигает максимума при длине 18.1-19.0 см. Установлено, что снижение показателей заражения самых крупных особей наблюдается только у самок, что и отражается на общем распределении паразитов по размерным классам в межгодовом аспекте и связано, по-видимому, с особенностями жизненного цикла особей разного пола. Самцы обладают большей продолжительностью жизни, чем самки, и поэтому преобладают среди старших возрастных групп, а самки – среди младших (Исследования ПИНРО в районе..., 2004).

Л и т е р а т у р а

Бессонов А.А., Калашникова М.Ю. Результаты мониторинга зараженности мойвы нематодой *A. simplex* // Вестник ветеринарии. 2013. №64. С. 83–85.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.

Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 223 с.

Исследования ПИНРО в районе архипелага Шпицберген. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2004. 414 с.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Выпуск 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики / ПИНРО. сост. Л.К. Альбиговская, Б.И. Беренбойм, А.А. Гордов и др.; отв. ред. М.С. Шевелев. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во ВНИРО, 2004. 300 с.

Карасев А.Б. Каталог паразитов рыб Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. 150 с.

Сердюков А.М. Проблема анизакидоза // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 1993. № 2. С. 50–54.

Шаталов П.А. Паразиты мойвы, сайки и путассу (по материалам рейсов М-0103 «Смоленск» и М-0602 «Фритъоф Нансен» 2003-2004 гг.) // Паразитология и паразитарные системы морских организмов: Тез. докл. 3-ей Всероссийской школы по морской биологии. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. С. 23 – 25.

К ОЦЕНКЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СИГОВЫХ РЫБ Р. КОЛА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

А. С. Блохина

**Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия**
e-mail: blokhina@pinro.ru

В северной части Кольского полуострова одними из основных естественных мест обитания сиговых рыб являются проточные озера. В бассейне р. Кола к ним относятся: Колозеро, Пулозеро и Мурдозеро. По берегам этих водоемов расположены населенные пункты, заводы, птицефабрики, зверосовхозы, совхозы и навозохранилища, которые ежегодно сбрасывают в бассейн реки около 15 млн м³ сточных вод (Реестр лососевых рек..., 2009). Поступление в р. Колу сточных вод приводит к органическому загрязнению, повышению трофности водотока, негативному влиянию на экосистему водоема и его обитателей.

В течение последнего десятилетия в указанных проточных озерах периодически отмечаются случаи высокой смертности плохого физиологического состояния сиговых рыб (Карасева, Карасев, Блохина, 2010).

В связи с этим проведение экологического мониторинга р. Кола имеет основополагающее значение для сохранения биоразнообразия, продуктивности лососевого водоема. Необходимо не только наблюдение за происходящими физико-химическими изменениями, но и за биологическими процессами, уровнем загрязнения и последствиями этого влияния на состояние здоровья рыб.

Цель исследования – выяснение причин высокой смертности сиговых рыб (*Coregonus lavaretus*, *C. albula*) в проточных озерах изучаемого водотока.

Материал и методы

Сбор материала от сиговых рыб проводили в бассейне р. Кола в июле 2007-2012 гг. Рыбу вылавливали при помощи ставных сетей. Объектами исследования являлись: озёрно-речной сиг (*C. lavaretus*) и ряпушка (*C. albula*). При помощи стандартных методов ихтиопатологии и микробиологии исследовано 82 экз. живых рыб.

В процессе сбора материала выполняли комплексное диагностическое исследование сигов и ряпушки, обитающих в оз. Пулозеро. Проводили патологоанатомическое вскрытие рыб, выделяли и идентифицировали патогенных микроорганизмов, изучали паталогические изменения в органах и тканях рыб (Лабораторный практикум..., 1983).

С соблюдением условий асептики выполняли первичные посевы и изготавливали мазки-отпечатки тканей и органов, мазки окрашивали по Граму и Романовскому-Гимза (Лабораторный практикум ..., 1983).

Для характеристики патологических изменений у рыб отбирали образцы тканей жабр, глаз, почек, печени, кишечника и селезенки с целью гистологического анализа. Пробы фиксировали жидкостью Буэна. При помощи санного микротомы изготавливали парафиновые срезы толщиной 3-5 мкм, которые окрашивали гематоксилин-эозином (Ромейс, 1953)

У микроорганизмов, выделенных от рыб, изучали тинкторальные свойства, морфологию, условия и потребности для роста. В исследовании использовали широкий ряд питательных сред (Методы общей бактериологии, 1983).

Санитарно-микробиологические исследования воды выполняли в июле 2011-2012 гг. в проточных озерах бассейна. Пробы воды отбирали на глубине 0.5 м. Оценку качества воды проводили по санитарно-микробиологическим показателям (Калина, Графова, 1980). Колонии выделенных бактерий культивировали на соответствующих питательных средах, при температурах 21, 30 и 37°C.

Результаты и обсуждение

В результате осмотра сиговых рыб наблюдали множественные светлые точки на поверхности тела и очаги разрушения чешуи, отек жаберных лепестков, размягчение скелетной мускулатуры, катаракту и разрушение хрусталика глаза, атрофию и фрагментацию селезенки. При этом упитанность рыб была низкой.

При вскрытии обнаружено массовое инфицирование сердца, сердечной сумки, печени и почек светлыми цистами гельминтов, вследствие чего произошло сращивание тканей и образование соединительнотканых спаек между органами.

Анализ мазков-отпечатков глаз и внутренних органов сиговых рыб выявил: бактерии, представленные грамвариабельными палочками и грамположительными кокками; структурные элементы микроскопических грибов – несептированные, наполненные клетками гифы, своеобразные спорангии, споры и прозрачные дрожжеподобные клетки.

В ходе сбора материала в летний период при максимальном прогреве воды, на поверхности оз. Пулозеро отмечены светло-коричневые пузырьки. Исследование показало, что они представляют собой бактериальную пленку, состоящую из чистой споровой культуры рода *Bacillus* sp. (рис. 1). Так же из воды были выделены бактерии *Serratia* sp. и *Citrobacter* sp.

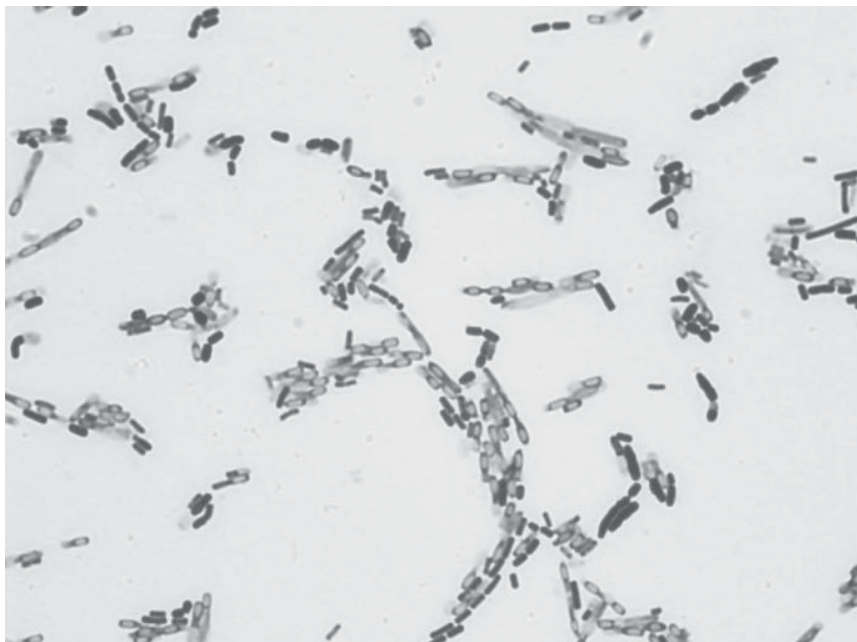


Рис.1. Споровая культура бактерий рода *Bacillus*. Окраска по Граму, увел. 1500

В этот же период из внутренних органов сигов были выделены бактерии рода *Bacillus* sp. в споровой и вегетативной форме. Кроме того, печень, почки, глаза рыб были инфицированы бактериями *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas* spp., *Carnobacterium* sp., *Staphylococcus* sp., микроскопическими грибами, относящимися к миксомицетам (*Myxomycota*) и анаморфным грибам класса гифомицеты (*Hyphomycetes*). К их числу были отнесены *Sporothrix* spp., *Phoma* sp., *Exophiala* sp., *Aspergillus* spp. (Карасева, Карасев, Блохина, 2010).

Изолированные от рыб бактерии *Pseudomonas*, *Carnobacterium*, *Aeromonas* являются индикаторами биологического загрязнения водотока. Выявление у естественных популяций рыб микроорганизмов родов *Bacillus* и *Staphylococcus* – не специфично. Это может свидетельствовать об антропогенном воздействии на водоем и негативных экологических изменениях в нем.

Гистопатологический анализ показал, что жабры, внутренние органы и скелетная мускулатура находились в состоянии некробиоза, начавшегося в результате контаминации бактериями и грибами. Вследствие закупорки капилляров чужеродными клетками происходило отмирание жаберного эпителия и лепестков. Стенки кишечника сигов состояли из многочисленных некротических полостей, отмечено отслоение эпителия по всему периметру кишечника. В просвете кишечника находились многочисленные споры и прорастающие гифы микроскопических грибов (рис. 2.) Между мышечными волокнами имелись темно окрашенные очаги чужеродных клеток.

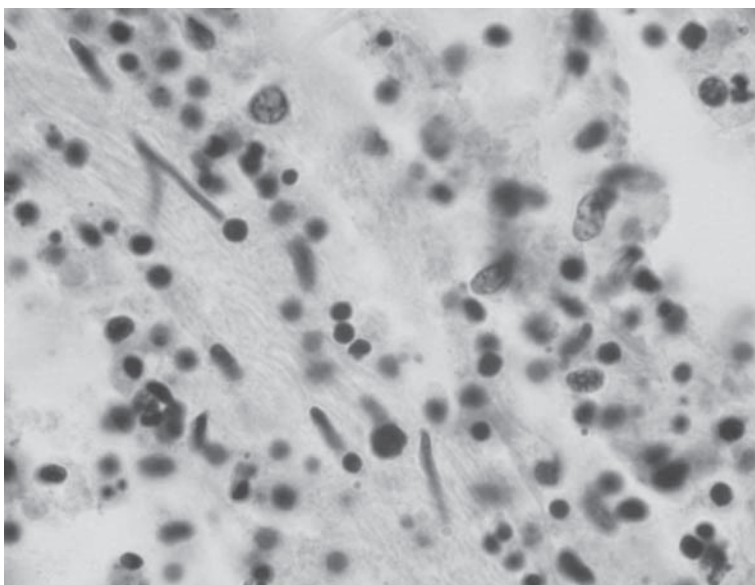


Рис.2. Грибные споры и гифы в просвете кишечника сига. Окраска гематоксилин-эозин, увел. 1500

К наиболее пораженным тканям отнесены плотная соединительная, хрящевая и эпителиальная. Кроме того, клетки бактерий и грибов были обнаружены повсеместно, что указывает на системный характер поражения рыб.

Выводы

1. Полученные нами результаты свидетельствуют об антропогенном загрязнении проточных озер р. Кола, негативно влияющем на естественные популяции рыб этого водоема.
2. В результате контаминации микроскопическими грибами и бактериями кишечной и сапрофитной групп у рыб выявлены некротические изменения в жабрах и внутренних органах.
3. Обнаружение повсеместно патогенных организмов указывает на системный характер поражения рыб грибами и бактериями.
4. Необходимо дальнейшее проведение экологического мониторинга естественных популяций ценных видов рыб р. Кола с целью сохранения биоразнообразия ихтиофауны лососевого водоема.

Л и т е р а т у р а

Карасева Т.А., Карасев А.Б., Блохина А.С. К оценке эпизоотического состояния сиговых рыб Кольского полуострова // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб: Тез. докл. Международной конф. СПб.: Нестор-История, 2010. С. 74–76.

Лабораторный практикум по болезням рыб / Под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая промышленность, 1983. 296 с.

Ларцева Л. В., Пивоваров Ю. П. Экологическая эпидемиология. Астрахань: Астраханский университет, 2007. 179 с.

Калина Г.П., Графова Т.И. Методы исследования объектов окружающей среды и патологического материала на аэромонады: Метод. рекомендации / М-во здравоохранения РСФСР, Гл. упр. н.-и. ин-тов и координации науч. исслед. 1980. 11 с.

Методы общей бактериологии / Под.ред. Ф. Герхарда. Т. 1. М.: Мир, 1983. 340 с.

Реестр лососевых рек Мурманской области (бассейн Баренцева моря) [Рукопись]: отчет о НИР (заключ.) / ПИНРО; Рук. Б.Ф. Прищепа; отв. исполн. А.В. Зубченко, С.И. Долотов, Д.О. Кузьмин и [др.]. Мурманск: ПИНРО, 2009. 287 с.

Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Изд-во Иностранной литературы, 1953. 718 с.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ МАСС АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ С ПОМОЩЬЮ ОТРЫВНЫХ ЗОНДИРУЮЩИХ СИСТЕМ

К.А. Бобров

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
bobrov@mmbi.info

В докладе рассматриваются преимущества использования отрывных зондирующих систем в практике попутных гидрологических наблюдений в экспедициях ММБИ по трассе Севморпути и в других районах арктических морей.

С 1996 г. Мурманский морской биологический институт (ММБИ) проводит попутные наблюдения по трассе Северного морского пути с борта атомных и дизель-электрических ледоколов, судов ледового класса (Матишов и др., 1999; 2005; Матишов, 2008; Матишов, Дженюк, 2007). До 2012 г. гидрологические наблюдения на ходу осуществлялись с помощью отбора проб воды ведром на веревке из поверхностного слоя. Измерялась температура воды поверхностным термометром, отбиралась проба на определение солености (Моисеев и др., 2007). Только на случайных стоянках при благоприятных ледовых условиях была редкая возможность провести СТД-зондирование водной толщи от поверхности до дна с помощью профилографов SEACAT SBE19 или ME (Океанология ..., 2005; Биология и океанография..., 2007; Матишов и др., 2008).

В практике судовых высокоширотных экспедиций широко используются отрывные одноразовые зонды. Наблюдения с помощью данных приборов можно производить в отсутствии специально оборудованного рабочего места без остановки судна, т.е. с минимальными потерями судового времени (Коровин, 1994; Кузьмин, Ипатов, 2011).

Различают отрывные батитермографы ХВТ (eXpendable BathyThermograph) и отрывные батитермосалинографы ХСТД (eXpendable Conductivity, Temperature, Depth profiler) (табл.).

Измерительный комплекс ХВТ состоит из системы сбора данных (ноутбук и конвертор), располагающийся на борту судна, и приспособления для запуска теряемого датчика температуры, который измеряет температуру воды в ходе свободного падения. Падающий датчик связан с системой сбора данных тонкой проводящей проволокой (0.15 мм), используемой для передачи измерений в реальном масштабе времени. Глубина, на которой проводится измерение, вычисляется по времени падения датчика с использованием хорошо калиброванного уравнения падения (Океанология ... , 2005). В комплекс ХСТД входят бортовая система сбора данных, пусковое устройство и теряемый зонд, в котором размещены электроника, датчики температуры и электропроводимости. Проводимость измеряется с помощью индуктивной ячейки, которая обнаруживает наведенную электродвижущую силу (ЭДС) в тороиде

в связи с условиями морской воды. Температура измеряется путем измерения изменения сопротивления в термисторе. Передача данных измерений в систему сбора данных также осуществляется в реальном масштабе времени по тонкой проволоке, связывающей зонд с судном. Глубина измерений определяется по времени, прошедшему с момента выпуска зонда, с точностью лучше 5 м (Океанология ... , 2005; Матишов, 2008).

Т а б л и ц а

Характеристики моделей ХВТ/ХСТД

Характеристика	Модель							
	T4	T5	Fast Deep	T6	T7	Deep Blue	T10	T11
Макс. глубина погружения, м	460	1830	1000	460	760	760	200	460
Макс. скорость судна, узлов	30	6	20	15	15	20	10	6
Диапазон измерения тем-ры, °C	-2 - +35							
Точность измерения тем-ры, °C	± 0.1							
Точность измерения глубины	лучше ± 2 % или 5 м							
	ХСТД1		ХСТД2		ХСТД2F		ХСТД3	
Макс. глубина погружения, м	1000		1850		1850		1000	
Макс. скорость судна, узлов	12		3.5		8		20	
Диапазон измерения тем-ры, °C	-2 - +35							
Время отклика тем-ры, мс	100							
Точность измерения тем-ры, °C	± 0.02							
Диапазон измерения эл-ти, См/см	0 – 60							
Время отклика эл-ти, мс	40							
Точность измерения эл-ти, мСм/см	± 0.03							
Точность измерения глубины, м	± 2 %							

Состав отрывной зондирующей системы ММБИ представлен на рисунке 1.

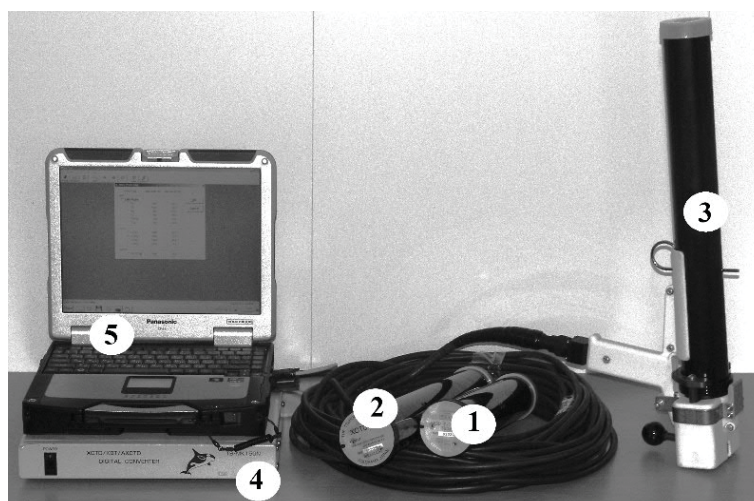


Рис. 1. Комплекс отрывных зондирующих систем в составе: 1 - отрывной батитермограф ХВТ; 2 - отрывной батитермосалинограф ХСТД; 3 - ручной пускатель отрывных зондов LM-3А; 4 - цифровой конвертор МК-150 для приема данных от отрывных зондов; 5 - ноутбук для записи и обработки полученных данных

Сначала в 2011 г. система была протестирована с борта НИС «Дальние Зеленцы» в Кольском заливе. Затем, с марта 2012 г. стала регулярно использоваться с борта судов ледового класса, принадлежащих компании «Норильский никель» и курсирующих по маршруту Мурманск-Дудинка-Мурманск (иногда с заходом в Архангельск). В результате получены уникальные данные о термохалинной структуре водных масс Баренцева, Белого и Карского морей в ледовый период. В частности, были проведены зондирования в Карском море в период аномально низкой ледовитости в марте, мае 2012 г., однако стоит отметить, что ледовитость Карского моря в феврале, марте 2013 г. оказалась весьма высокой.

В июле-сентябре 2012 г. на НИС «Дальние Зеленцы» по пути следования к площадкам комплексных эколого-рыбохозяйственных исследований ММБИ с помощью отрывных зондов были сделаны гидрологические разрезы от Мурманского берега до Печорского моря в район Гуляевских кошек (26-28 июля), а также от Мурманского берега через пролив Карские ворота до эстуария рек Енисей и Обь (7-13 сентября), что позволило получить дополнительную информацию о термохалинной структуре Баренцева и Карского морей в летне-осенний период.

В ноябре 2012 г. в комплексной экспедиции ММБИ на НИС «Дальние Зеленцы» на вековом разрезе «Кольский меридиан» с помощью отрывных зондов были сделаны промежуточные станции для определения точного местоположения полярного фронта.

Всего в 2012-2013 гг. в экспедициях ММБИ было сделано 245 ХВТ/ХСТД зондирований (рис. 2), где для зондирования использованы 142 батитермографа (ХВТ) и 103 батитермосалинографа (ХСТД), что соответствует 245 профилям температуры и 103 профилям солености.

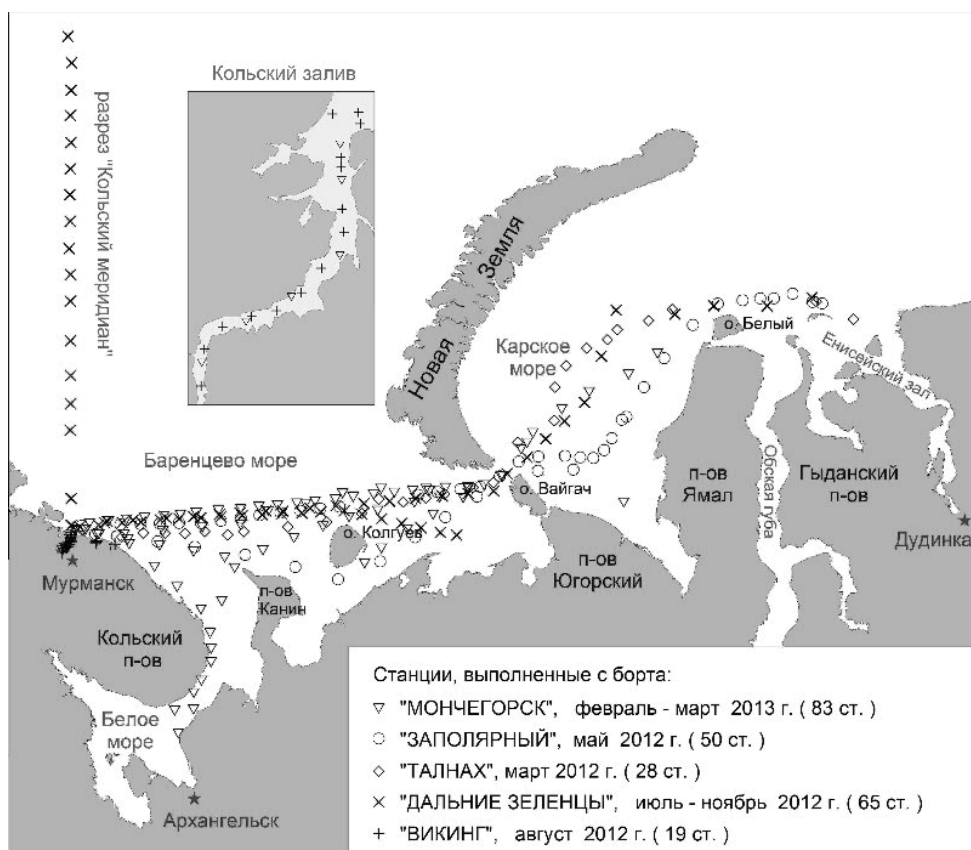


Рис. 2. Станции ХВТ/ХСТД зондирований ММБИ в 2012-2013 гг.

Как видно из рисунка 2, максимально исследованным является Баренцево море, особенно его юго-восточная часть, так как наиболее судоходным тут является кратчайший путь от Мурманска до пролива Карские ворота (рис. 3). Большая плотность попутных измерений отрывными зондами на этом разрезе позволяет изучать термохалинные процессы, практически, круглый год. Так, на рисунке 4 показано распределение температуры и солености воды в летний, (7-10 сентября 2012 г.) и на рисунке 5 - в зимний (13-14 февраля 2013 г.), периоды. Отчетливо видно влияние теплого Мурманского течения на западе, и охлаждение течением



Станции, выполненные с борта:

▽ "МОНЧЕГОРСК", 13-14 февраля 2013 г. (24 ст.)

× "ДАЛЬНИЕ ЗЕЛЕНЦЫ", 7-10 сентября 2012 г. (18 ст.)

Рис. 3. Станции на разрезах, проходящих с запада на восток через Баренцево море от Мурманского берега до пролива Карские ворота. (по данным STD-профилеирований, выполненных в экспедициях на НИС «Дальние Зеленцы» 7-10 сентября 2012 г. и на Д/Э «Мончегорск» 13-14 февраля 2013 г.)

Литке из пролива Карские ворота на востоке. В летний период (рис. 4) четко выражен термоклин. Температура воды достигает 8-9 °С. В зимний период (рис. 5) ближе к проливу Карские ворота формируется вода с отрицательной температурой, близкой к температуре замерзания.

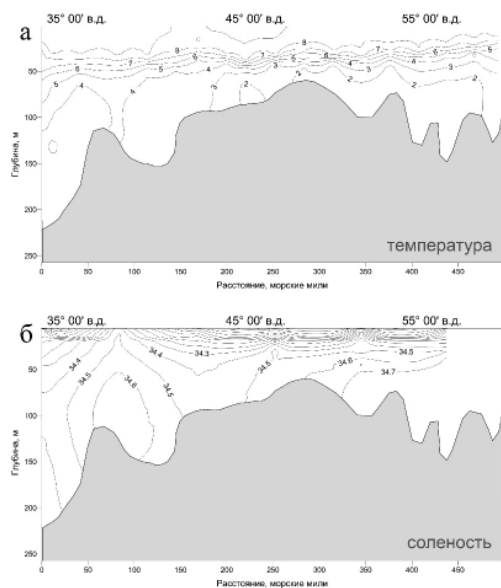


Рис. 4. Распределение температуры (а) и солености (б) воды на разрезе, проходящем с запада на восток через Баренцево море от Мурманского берега до пролива Карские ворота (по данным STD-профилеирований, выполненных в экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» 7-10 сентября 2012 г.). Профиль дна построен по Matishov, 1997

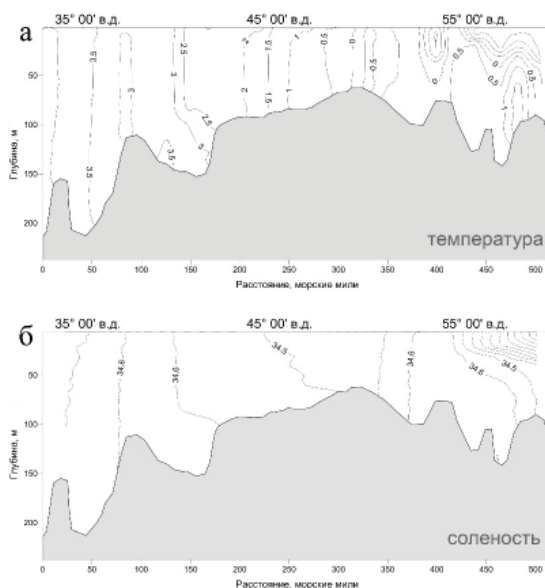


Рис. 5. Распределение температуры (а) и солености (б) воды на разрезе, проходящем с запада на восток через Баренцево море от Мурманского берега до пролива Карские ворота (по данным STD-профилеирований, выполненных в экспедиции на Д/Э «Мончегорск» 13-14 февраля 2013 г.). Профиль дна построен по Matishov, 1997

Благодаря дополнительным измерениям отрывными зондами в экспедиции ММБИ на НИС «Дальние Зеленцы» 8-20 ноября 2012 г. на вековом разрезе «Кольский меридиан» (рис. 2) удалось точнее определить положение полярного фронта. Так, на рисунке 6 по распределению температуры воды четко виден полярный фронт в районе 77°20' с.ш., разделяющий теплые воды Нордкапского течения (северная ветвь) и холодного течения Персея.

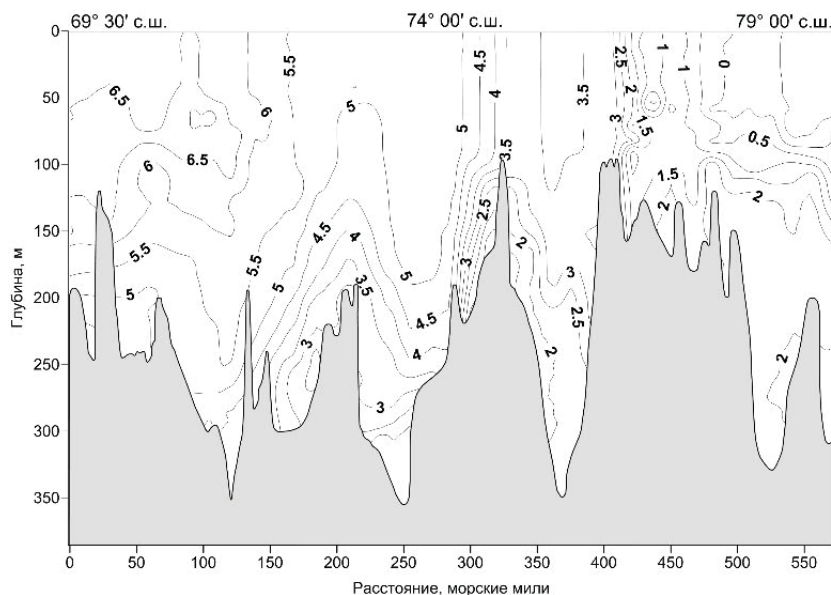


Рис. 6. Распределение температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» (по данным СТД-профилерований, выполненных в экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» 8-20 ноября 2012 г.). Профиль дна построен по Matishov, 1997

После эксплуатации в экспедициях ММБИ комплекса отрывных зондирующих систем в течение 13 месяцев получены следующие результаты:

- сделано 245 станций, соответствующих 103 профилям солености и 245 профилям температуры воды. Дополнительно также благодаря свойствам ХСТД зондов имеется информация по скорости звука в толще воды. Такое количество станций позволяет покрыть большую площадь акватории (рис. 2).
- определено более точное положение полярного фронта по вековому разрезу «Кольский меридиан» в ноябре 2012 г., благодаря дополнительным зондированиям.
- расширены знания о водных массах в зимний период.

Л и т е р а т у р а

Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря / ред. Матишов Г.Г. М.: Наука, 2007. 323 с.

Коровин В.П. Зарубежные технические средства в океанологии. СПб.: РГГМИ, 1994. 196 с.

Кузьмин С.Б., Ипатов А.Ю. Современные приборы и технологии наблюдения за гидрологическими условиями в Северном Ледовитом океане // Океанография и морской лед. М.: Paulsen, 2011. С. 7–22

Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Горяев Ю.И., Ежов А.В., Ишкулов Д.Г., Краснов Ю.В., Ларионов В.В., Моисеев Д.В. Труднодоступная Арктика. 10 лет биоокеанологических исследований на атомных ледоколах. Мурманск, 2005. 149 с.

Матишов Г.Г., Воронцов А.В., Голубева Н.И., Громов М.С., Дружков Н.В., Зырянов С.В., Ильин Г.В., Ишкулов Д.Г., Ларионов В.В., Макаревич П.Р., Матишов Д.Г., Мишин В.Л., Пащенко Б.Е., Тарасов Г.А. Океанографические и биологические исследования арктических морей по трассе Севморпути в 1999 г. Препр. Мурманск: изд-во ММБИ, 1999. 72 с.

Матишов Г.Г. Влияние изменчивости климатического и ледового режимов на судоходство // Вестник РАН. 2008. Т. 78, № 10. С. 896–902.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Моисеев Д.В., Кулыгин В.В. Учет специфики термохалинных градиентов при СТД-профилировании // Вестник Южного научного центра. 2008. Т. 4, № 2. С. 34–45.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Научные изыскания в Арктике // Вестник РАН. 2007. Т. 77, № 1. С. 11–21.

Моисеев Д.В., Ишкулов Д.Г., Широколов Д.В., Олейник А.А. Гидрологические и ледовые условия по трассе Севморпути // Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. М.: Наука, 2007. С. 28–49.

Океанология: средства и методы океанологических исследований / Смирнов Г.В., Еремеев В.Н., Агеев М.Д., Коротаев Г.К., Ястребов В.С., Мотыжев С.В. М.: Наука, 2005. 795 с.

Matishov G.G. Bathymetric Map of the Barents and West Kara Seas. Russian Academy of Sciences, Muramansk Marine Biological Institute/ Scale 1; 2/313/000 at Latitude 720. N/ Murmansk, 1997.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ В ГУБЕ ДАЛЬНЕЗЕЛЕНЕЦКОЙ ЛЕТОМ 2012 Г.

М.П. Венгер

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
venger@mmbi.info

Важнейшими показателями состояния прибрежных арктических экосистем служат структурные и функциональные характеристики планктонных сообществ, ключевым компонентом которых является бактериопланктон. Его развитие, тесно связанное с динамикой водных масс, температурным и кислородным режимом, напрямую зависит от интенсивности образования органического вещества (ОВ) микро- и макрофотосинтетиками. Активно трансформируя ОВ, бактериальные клетки выполняют функцию промежуточного звена в передаче энергии от автотрофных организмов к метазойному планктону.

Опубликованные по микробиологическому мониторингу баренцевоморского побережья данные, полученные с применением современных методов исследований, немногочисленны и в большинстве своем относятся к восьмидесятым годам прошлого века (Байтаз, Байтаз, Мишустина, 1996; Мишустина, Байтаз, Москвина, 1997; Байтаз, 1998; Саввичев и др., 2009). Вместе с тем, в условиях меняющегося климата, необходимость в получении новой информации для оценки состояния планктонных бактериоценозов становится все более очевидной. Ценность ее возрастает при проведении комплексных исследований микропланктонных сообществ.

В этой связи летом 2012 г. в водах Восточного Мурмана, нами проведены исследования абиотических факторов среды, количественного развития бактериопланктона, концентраций кислорода и фотосинтетических пигментов. Впервые получены данные обилия свободных вирусных частиц и изучены суточные изменения компонентов микропланктона.

Материал и методы

Наблюдения велись в губе Дальнезеленецкой 21–23 августа 2012 г. на четырех станциях, из которых ст. 4 располагалась у плавпричала (удаленность от берега 110 м), ст. 1, 2, 3 – на акватории губы (рис. 1). Пробы для анализа отбирали с поверхностного (0.3 м) горизонта стерильной стеклянной емкостью, с последующих горизонтов – пластиковым батометром Нискина. В воде измеряли температуру, соленость, концентрацию кислорода и хлорофилла «а». Для последующего учета бактерио- и виропланктона пробы воды фиксировали 40 % формалином до конечной концентрации 2 % и хранили в холодильнике.

Основные показатели бактериопланктона определяли методом эпифлуоресцентной микроскопии на ядерных фильтрах (производство г. Дубна) с диаметром пор 0.2 мкм. Фильтры просматривались под микроскопом МИКМЕД–2 вар. 12 при увеличении $\times 1000$. Для окрашивания бактерий применяли флуорохром DAPI (Porter, Feig, 1980).

Определение пигментов фитопланктона было выполнено стандартным спектрофотометрическим методом (Вода..., 2001). Концентрацию хлорофилла «а» рассчитывали по уравнению Лоренцена.

Учет вирусных частиц проводили методом эпифлуоресцентной микроскопии на фильтрах Anodisc «Wathman» с использованием флуорохрома SYBR Green I (Noble, Fuhrman, 1998). Фильтры просматривали под микроскопом Olympus BX 53 при увеличении $\times 1000$.

Для наблюдения суточной динамики показателей пробы воды отбирали на ст. 4 с периодичностью 3 ч. Всего для изучения пространственного и суточного изменения биологических параметров было обработано 118 проб.

Результаты и обсуждение

Губа Дальнезеленецкая – небольшой закрытый залив с полным водообменом приливной призмы (Семенов, 1988). Вход в губу закрыт группой островов, в результате связь с Баренцевым морем осуществляется через несколько проливов, глубины в её центральной части не превышают 15–18 м.

В районе пос. Дальние Зеленцы, где проводились наши исследования, максимумы температуры воздуха в августе составляли 12.5–14.0 и 19.0 °С (личное сообщение Березиной Л.Г.). Температура воды в акватории Дальнезеленецкой губы (данные Широколобова Д.В.), достигала 8.9–9.1 °С в поверхностном и 8.5–8.9 °С в придонном слое, соленость – 32.7–33.1 ‰ и 33.2–33.6 ‰, соответственно. О динамике гидрологических факторов среды дает представление рис. 2.



Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб в губе Дальнезеленецкой в августе 2012 г.

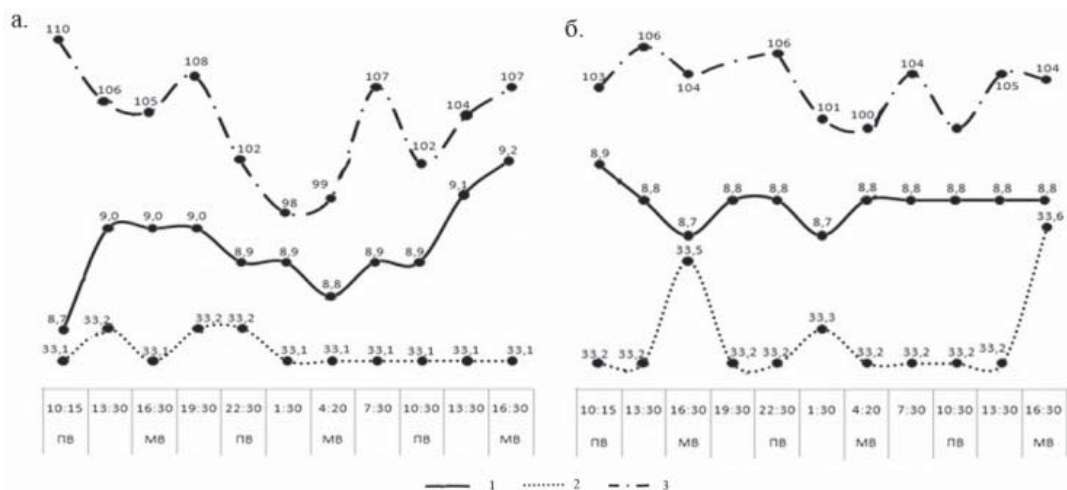


Рис. 2. Суточный ход гидролого-гидрохимических показателей в губе Дальнезеленецкой в августе 2012 г. (а – поверхностные воды; б – придонные воды; ПВ – период полной воды; МВ – период малой воды; 1 – температура (°С); 2 – соленость (S ‰); 3 – содержание кислорода (%))

Период наших наблюдений совпал с активной вегетацией автотрофного нанопланктона. Вода в губе имела устойчивую молочно-бирюзовую окраску, характерную для массового развития кокколитофорид (Суханова, Флинт, 1998). «Цветение» охватывало прилегающий участок открытого моря, а также акватории губ и бухт к востоку и западу от него.

В результате равномерного прогрева суточная амплитуда температуры воды не превышала 0.5 °С в поверхностном и 0.2 °С в придонном слое. Соленость приливных вод была близка к солености отливных с амплитудой 0.1 ‰ в поверхности и 0.4 ‰ у дна. Таким образом, на исследуемом участке побережья в период отбора проб сохранялись достаточно однородные гидрологические условия, и их влияние на суточную динамику показателей микросообществ планктона было минимальным.

Концентрация растворенного в воде кислорода (Павлова М.А., см. наст. сб.) свидетельствовала об активных фотосинтетических процессах в пелагиали и неоднозначно зависела от смены дня и ночи. Так, в светлое время суток (с 7.30 до 19.30) средние показатели кислородонасыщения достигали в поверхностном слое 106 %, в придонном – 104 %, в темное время (с 22.30 до 04.30) – 100 и 102 %, соответственно. Незначительные изменения величин у дна определялись, видимо, эффектом «самозатенения» фитопланктона.

Обилие кокколитофорид, вызвавших «цветение» воды (Широколобова Т.И., личное сообщение), в среднем, достигало миллионов клеток в литре и изменялось в течение суток от 1.5 до 6.3 млн (рис. 3). Их вертикальное распределение не определялось приливо-отливными явлениями. На протяжении исследований минимальные скопления водорослей регистрировали в поверхностном слое, максимальные – в придонном. Среднесуточные значения численности по двум слоям составляли 3.6 млн и 5.5 млн кл/л, соответственно.

В распределении хлорофилла «а» в водах станции сохранялась та же тенденция, что и для кокколитофорид. Концентрация фитопигмента в поверхностном горизонте изменялась от 0.11 до 1.19 мг/м³, в придонном – от 0.53 до 1.32 мг/м³. В среднем, по водной толще его содержание составляло 0.93 мг/м³ в светлое время суток и 0.70 мг/м³ – в темное. Близкие средние значения могли определяться малой продолжительностью ночного периода (темное время суток без сумерек составило около 4 ч) и незначительной элиминацией клеток в сообществе микроводорослей.

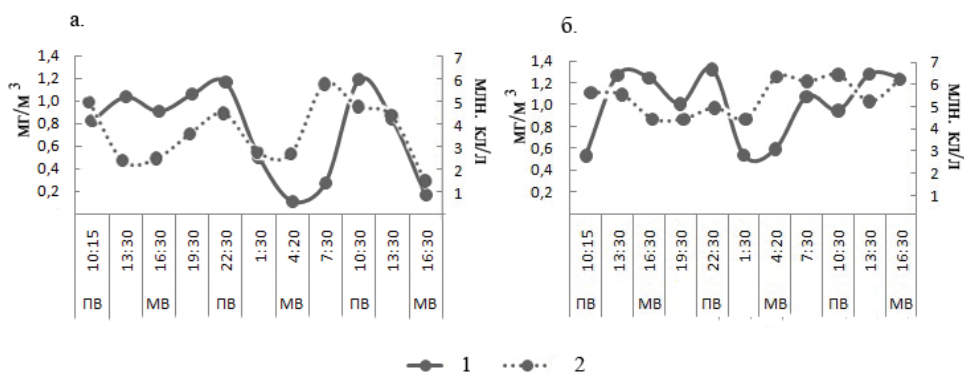


Рис. 3. Суточные изменения концентрации хлорофилла «а» и численности кокколитофорид в губе Дальнезеленецкой в августе 2012 г. (а – поверхностные воды; б – придонные воды; ПВ – период полной воды; МВ – период малой воды; 1 – концентрация хлорофилла «а»; 2 – численность кокколитофорид)

Ранее показано, что в августе содержание хлорофилла «а» в прибрежных водах Баренцева моря соответствовало 0.77 мг/м^3 (Ведерников, Соловьева, 1972), в последней его декаде, в губе Дальнезеленецкой, показатель изменялся от 0.35 до 0.71 мг/м^3 (Трофимова, 2007). Полученные нами концентрации превышали приводимые в литературе значения и характеризовали исследуемые воды как мезотрофные.

О повышенном трофическом статусе вод губы свидетельствовало и обилие бактериопланктона. Максимальные значения численности и биомассы составили 2.3 млн кл/мл и 142.3 мг/м^3 , минимальные – 0.7 млн кл/мл и 36.9 мг/м^3 , соответственно. Распределение сообщества характеризовалось относительной пространственной однородностью (табл.), определяемой, в первую очередь, слабой изменчивостью гидрологических характеристик и равномерным распределением доступного органического субстрата, продуцируемого активно вегетирующим фитопланктоном. Среднее количество бактериальных клеток в столбе воды по станциям изменялось от 1.2 до 1.6 млн/мл , средние показатели биомассы – от 66.2 до 97.7 мг/м^3 .

Суточные колебания основных характеристик бактериопланктона не носили направленного характера (рис. 4). Численность клеток в поверхностном горизонте изменялась от 0.6 до 1.7 млн/мл , в придонном – от 0.7 до 1.2 млн/мл , биомасса – от 44.22 до 167.88 мг/м^3 и от 41.18 до 115.53 мг/м^3 , соответственно. Следует отметить менее выраженную суточную динамику показателей придонного слоя по сравнению с поверхностным слоем.

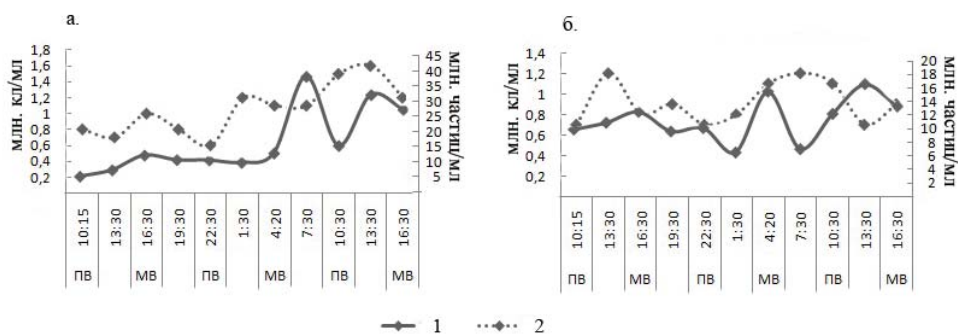


Рис. 4. Суточные изменения численности бактерио- и виропланктона в губе Дальнезеленецкой в августе 2012 г. (а – поверхностные воды; б – придонные воды; ПВ – период полной воды; МВ – период малой воды; 1 – численность вирусов; 2 – численность бактериопланктона)

При исследованиях годового цикла развития бактериального сообщества губы Дальнезеленецкой (1983–1984 гг.), максимум численности бактерий в августе был отмечен в придонных водах. Автор связывает этот факт с накоплением органического вещества у дна в результате процессов отмирания и разложения макрофитов в это время года (Байтаз, 1990). При этом, количество бактерий достигало, в среднем, 1.3 млн кл/мл, биомасса – 290.0 мг/м³. Бактериопланктон в пределах акватории губы был также распределен достаточно равномерно.

Т а б л и ц а

Распределение численности ($N_{\text{БП}}$), биомассы ($V_{\text{БП}}$), среднего объема клеток ($V_{\text{БП}}$) бактериопланктона, их размерно-морфометрический состав, а также численность вирусных частиц ($N_{\text{В}}$) в губе Дальнезеленецкой в августе 2012 г.

Номер станции	Горизонт, м	$N_{\text{БП}}$, млн кл/мл	$V_{\text{БП}}$, мг/м ³	$V_{\text{БП}}$, мкм ³	Размерно-морфологическая структура бактериопланктона								$N_{\text{В}}$, млн частиц /мл
					Одиночные клетки						Агрегированные на детрите клетки		
					< 2 мкм		≥ 2 мкм		Нити				
					N	B	N	B	N	B	N	B	
1	0	1.1	76.74	0.072	55 (28)	7 5	3	11	2	6	11	9	21.3
	5	1.6	74.20	0.046	59 (40)	9 7	1	3	*	*	-	-	17.9
	18 (дно)	2.2	142.27	0.066	68 (29)	9 6	1	1	*	1	3	2	7.2
2	0	1.1	96.17	0.088	75 (22)	9 6	1	3	1	1	1	1	29.6
	5	1.2	78.87	0.066	63 (35)	9 5	1	2	1	3	-	-	16.7
	10	1.3	74.68	0.056	66 (30)	9 2	1	4	1	2	3	2	9.3
	18 (дно)	1.2	83.46	0.071	70 (25)	9 2	1	3	1	3	4	3	9.8
3	0	1.0	36.85	0.038	28 (69)	8 5	2	14	*	1	-	-	11.0
	5	2.3	109.81	0.048	54 (45)	9 5	1	5	-	-	-	-	29.1
	13 (дно)	0.7	52.05	0.075	75 (22)	9 4	2	5	-	-	1	1	13.3
4	0	1.5	134.76	0.091	74 (19)	9 7	1	1	-	-	7	1	15.2
	14 (дно)	1.1	115.53	0.110	70 (29)	9 7	1	2	*	1	-	-	12.9

Примечание: N – % в общей численности бактерий, B – % в суммарной биомассе бактерий, * – меньше 1 %, - - не обнаружено, цифры в скобках – показатель для ультраформ

Средние объемы бактериальных клеток в августе 2012 г. изменялись от 0.04 до 0.11 мкм³, составляя, в среднем, 0.07 мкм³. Для сравнения, в летне-осенний период в бухте Оскара губы Дальнезеленецкой исследуемый показатель был выше и составлял 0.15 мкм³ (Байтаз, 1998). При достаточно сопоставимых численностях бактериопланктона в наших исследованиях и исследованиях прошлых лет, различия по биомассе, вероятно, могут определяться отличающимися средними значениями объемов клеток.

Размерно-морфологический анализ структуры бактериопланктона показал, что основным компонентом сообщества в период цветения являлись одиночные клетки. В этой группе как по численности, так и по биомассе преобладали клетки с линейными размерами меньше 2 мкм (табл.).

Исследования прибрежных высокоширотных экосистем свидетельствовали, что в губе ультрамикрорганизмы составляли более значительную часть сообщества бактерий пелагиали (Венгер, 2011). Так, во внутренних водах архипелагов их доля от общей численности изменялась от 40–70 % (ЗФИ) до 50–90 % (Новая Земля), в губе Дальнезеленецкой данный показатель соответствовал 19–69 %.

Размеры клеток мелкой фракции (< 2 мкм) бактериопланктона также были выше в губе Дальнезеленецкой (0.03–0.11 мкм³), чем во внутренних и внешних водах архипелагов (0.02–0.05 мкм³ и 0.02–0.06 мкм³, соответственно).

В открытых и прибрежных морских экосистемах важная роль в регулировании численности и видового разнообразия бактерий и микроводорослей принадлежит автохтонным вирусам. Проводимые нами исследования выявили их значительные концентрации в водах губы Дальнезеленецкой (табл.).

Согласно полученным данным, количество свободных вирусных частиц, усредненное по водному столбу станций, изменялось от 14.1 до 17.8 млн/мл. Максимум составил 29.6 млн, минимум – 7.2 млн/мл. Наибольшие скопления частиц регистрировали в слое 0–5 м.

Анализ литературных данных свидетельствует, что высокие количества вирусных частиц, как правило, регистрируются в более продуктивных водах (Weinbauer, 2004; Liu et al., 2006). Величина концентрации планктонных вирусов, определенная нами в губе Дальнезеленецкой, близка значениям, полученным для евтрофных вод юго-восточной части Баренцева моря в период «цветения» фитопланктона (Венгер и др., 2012).

Количественный показатель отношения вирус/бактерия варьировал по акватории губы от 3 до 27. Его среднее значение (13) превышало предел, характерный для большинства других водоемов (Wommack, Colwell, 2000; Weinbauer, 2004), но не приближалось к границам, установленным для высокоэвтрофных вод (Liu et al., 2006).

В короткопериодной динамике виропланктона (рис. 4) размах колебаний численности в поверхностном слое достигал 5.0–38.2 млн, в придонном – 7.2–17.3 млн частиц/мл. Его среднесуточное обилие в поверхности составляло 16.4 млн, у дна – 12.0 млн. частиц/мл. Количество вирусов превышало количество бактерий в поверхности от 6 до 35 раз, на дне – от 6 до 25 раз.

Корреляционный анализ выявил тесную связь между обилием вирусных частиц и бактериопланктоном в поверхностном слое ($r = 0.66$, $p < 0.05$), с остальными исследуемыми компонентами достоверной связи не обнаружено.

Таким образом, комплексные гидробиологические исследования, проводившиеся в наиболее теплый месяц на Мурмане, позволили установить, что:

- в водах губы Дальнезеленецкой устойчиво сохранялись достаточно однородные гидрологические условия, не влияющие на динамику показателей микросообществ планктона;
- выявленное массовое развитие кокколитофорид, с обилием от сотен до миллионов кл/л, сопровождалось увеличением концентраций хлорофилла «а» и растворенного в воде кислорода с максимумами значений 1.32 мг/м³ и 110 %;
- повышенная численность бактериопланктона в акватории губы, в среднем, достигала 1.3 млн кл/мл, биомасса – 89.62 мг/м³. Линейные размеры клеток в водах губы превосходили размеры клеток в прибрежных водах арктических архипелагов;
- наиболее массовым компонентом микропланктонного сообщества являлись вирусы. Количество свободных частиц, в среднем, достигало 16 млн/мл и значительно превышало

количество бактерий. Тесная корреляция между численностью виро- и бактериопланктона может свидетельствовать о доминировании в вирусном сообществе бактериофагов;

– полученная картина пространственного распределения и короткопериодной динамики бактерио- и виропланктона, определялась, в первую очередь, активной вегетацией автотрофного нанофитопланктона, небольшими глубинами и полной гомотермией вод;

– концентрации хлорофилла *a*, количественные показатели бактериопланктона и соотношение вирус/бактерия характеризовали воды губы в августе 2012 г. как мезотрофные, приближающиеся к границе евтрофных значений.

Автор выражает искреннюю благодарность Широколобовой Т.И., Широколобову Д.В., Павловой М.А. за оказанную всестороннюю помощь в работе.

Л и т е р а т у р а

Байтаз О. Н. Сравнительная характеристика количественных и продукционных показателей бактериопланктона губы Дальнезеленецкая и юго-восточной части Баренцева моря // Экология и биологическая продуктивность Баренцева моря. М.: Наука, 1990. С. 78–87.

Байтаз В.А., Байтаз О.Н., Мишустина И.Е. Морфометрия клеток бактериопланктона Баренцева моря // Докл. РАН. 1996. Т. 343, № 6. С. 883–887.

Мишустина И.Е., Байтаз О.Н., Москвина М.И. Бактериопланктон Баренцева моря. Исследования 1983–1993 гг. // Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. С. 7–50.

Байтаз О.Н. Пространственно-временная изменчивость бактериопланктона Баренцева моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1998. с. 25.

Венгер М.П. Бактериопланктон северо-восточной части Баренцева моря // Вестник Южного научного центра. 2011. Т. 7. № 4. С. 55–60.

Венгер М.П., Широколобова Т.И., Макаревич П.Р., Водопьянова В.В. Вирусы в пелагиали Баренцева моря // Докл. акад. наук. 2012. Т. 446, № 3. С. 345–349.

Ведерников В.И., Соловьева А.А. Первичная продукция и хлорофилл в прибрежных водах Баренцева моря // Океанология. 1972. Т. 12, вып. 4. С. 669–676.

Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a* (ГОСТ 17.1.4.02-90). М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. С. 551–563.

Саввичев А.С., Демиденко Н.А., Русанов И.И. и др. Микробные процессы в водной толще и донных осадках губы Долгая Восточная (Баренцева моря) до начала строительства северной приливной электростанции // Микробиология. 2009. Т. 78, № 6. С. 840–843.

Семенов Н.В. Систематика и экология морских бассейнов Севера на разных этапах изоляции. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1988. 45 с.

Суханова И.Н., Флинт М.В. Аномальное цветение кокколитофорид на восточном шельфе Берингова моря // Океанология. 1998. Т. 38, № 4. С. 557–560.

Трофимова В.В. Фотосинтетические пигменты фитопланктона эстуарных пелагических экосистем Баренцева моря (на примере Кольского залива). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Мурманск, 2007. 30 с.

Lui Y.-M., Zhang Q.-Y., Yuan X.-P. et al. Seasonal variation of virioplankton in a eutrophic shallow lake // Hydrobiologia. 2006. V. 560. P. 323–334.

- Noble R.T., Fuhrman J.A. // Appl. Environ. Microbiol. 1998. V. 63. P. 77–83.
- Porter J., Feig Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. V. 25. P. 943–948.
- Weinbauer M.G. // FEMS Microbiol. Rev. 2004. V. 28. P. 127–181.
- Wommack K.E., Colwell R.R. // Microb. Mol. Biol. Rev. 2000. V. 64, № 1. P. 69–114.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА МОЛОДИ КАМЧАТСКОГО КРАБА В ГУБЕ ДАЛЬНЕЗЕЛЕНЕЦКАЯ

А. Г. Дворецкий, В. Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: vdvoretskiy@mmbi.info

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) – чужеродный для Баренцева моря вид. В 1960-х годах он был интродуцирован с Дальнего Востока для пополнения ресурсов местного промысла. В середине 1990-х камчатский краб у побережья Мурманска сформировал независимую самовоспроизводящуюся популяцию (Кузьмин, Гудимова 2002).

Основное внимание исследователей уделялось половозрелым особям, поскольку подавляющая часть работ по биологии краба проводилась на относительно больших глубинах. Лишь недавно был проведен ряд работ по изучению особенностей распределения и экологии *P. camtschaticus* в прибрежье Баренцева моря. Обнаружено, что численность молоди может быть очень высокой. В 2003 г. она была оценена в 55.1 млн экз. (Соколов, Милютин 2006), в 2004 г. – 42.8 млн экз., в 2005 г. – 28.0 млн экз., в 2007 г. – 162.9 млн экз. (Соколов, Милютин, 2007, 2008). Столь впечатляющие цифры наглядно подтверждают существующее мнение о том, что молодь камчатского краба в прибрежье Баренцева моря не только играет важную роль в пополнении популяции, но и служит мощным фактором, потенциально влияющим на состояние местных донных биоценозов (см. обзор Дворецкий, 2012).

Попытки определить темп роста камчатского краба в Баренцевом море немногочисленны, и касаются они только относительно крупных особей (см. например, Пинчуков, Беренбойм, 2003). До настоящего времени не разработано моделей роста молоди камчатского краба в этом регионе. Подобные модели необходимы для оценки продукционных характеристик *P. camtschaticus*, а также прогнозирования уровня пополнения популяции. Цель настоящей работы – определение параметров уравнения роста молоди камчатского краба в губе Дальнезеленецкая.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили промеры ювенильных камчатских крабов, отловленных в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря в летний период (июль–сентябрь) 2002–2010 гг. К неполовозрелым мы относили особей с шириной карапакса не более 100 мм (Соколов, Милютин 2006).

Отлов крабов осуществляли при помощи легководолазной техники с глубин 3–40 м. Анализ проводили на берегу в лаборатории сезонной биостанции Мурманского морского биологического института. Крабов измеряли штангенциркулем с точностью до 0.01 мм. Пол определяли по форме абдомена (Руководство..., 1979).

Для расчетов уравнения роста молоди камчатского краба в губе Дальнезеленецкая использовали следующие исходные данные. В качестве времени перехода личинок краба к бентосной стадии для каждого года исследования использовали условную дату 15 июня,

исходя из того, что массовое оседание личинок *P. camtschaticus* в Баренцевом море наблюдается в июне (Матюшкин и др., 2000; Баканев, 2003). Для каждого года исследования возраст крабов из выделенных групп (0, 1, 2, 3, 4 и 5 лет) определяли как продолжительность срока от начала оседания личинок до медианной даты сроков проведения работ (Loher et al., 2001).

Определение возрастных групп камчатского краба осуществляли на основе модального анализа выборок, взятых в разные годы. Для вычисления средних размеров в когортах (ширина карапакса) использовали программу FISAT (Gayanilo, Pauly, 1997).

Для описания кривой роста использовали уравнения роста Гомперца (1) и Берталанфи (2):

$$L_t = L_{max} e^{-e^{-k(t-t_0)}} \quad (1); \quad L_t = L_{max} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (2)$$

где L_t – размер краба в момент времени t , L_{max} – гипотетическая величина максимального размера краба, k – константа роста, t_0 – константа. Подбор уравнений, описывающих кривые роста, осуществляли при помощи программы NCSS PASS-97.

Для сравнения темпов роста молоди камчатского краба в губе Дальнезеленецкая с другими районами его обитания использовали метод парных сравнений на основе t -критерия Стьюдента. Средние значения представлены со стандартной ошибкой.

Для молоди камчатского краба из губы Дальнезеленецкая мы использовали уравнение (3) для приведения рассчитанных значений ширины карапакса (ШК) к его длине (ДК) ($n = 856$, $R^2 = 0.9911$): $ДК = 0.9009 ШК + 2.4142$ (3).

Результаты

Исследовано 856 ювенильных особей камчатского краба. Соотношение самцов и самок из водолазных сборов соответствовало теоретическому уровню 1:1, за исключением 2010 г., когда доля самцов превышала относительное количество самок. Ширина карапакса крабов варьировала от 4.0 до 100.0 мм, составив, в среднем, 40.4 ± 0.7 мм. Для каждого из исследованных годов, различия в размерах самцов и самок были недостоверны, что позволило объединить их в одну группу для дальнейших расчетов.

При анализе массива данных по размерам крабов получено 6 модальных классов, соответствующих возрасту 0–5 лет. Как правило, не все модальные классы встречались каждый год. На основе расчетов средних размеров камчатского краба разного возраста, выполненных программой FISAT, была получена 31 точка для построения кривой роста.

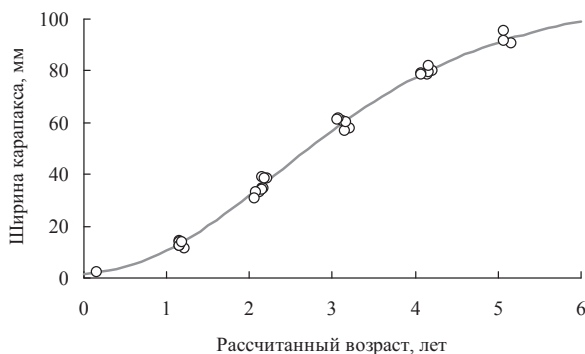


Рис. Кривая роста молоди камчатского краба в губе Дальнезеленецкая

Рост молоди камчатского краба в губе Дальнезеленецкая лучше описывается уравнением Гомперца. При попытке использовать уравнение Берталанфи были получены коэффициенты, не имеющие биологического смысла, поэтому данная модель была отвергнута, хотя коэффициент детерминации был достаточно высок (табл. 1). На основе уравнения Гомперца построена кривая роста (рис.).

Мы провели сравнение полученных результатов с данными, опубликованными ранее для молоди камчатского краба из Тихого океана (Loher et al., 2001).

Т а б л и ц а 1

Показатели роста молоди камчатского краба в губа Дальнезеленецкая

Показатель	Модель Гомперца	Модель Берталанфи
L_{\max}	110.5	666.5
K	0.630	0.034
t_0	2.347	0.454
R^2	0.995	0.983

Примечание. L_{\max} – максимальная ширина карапакса (мм), K – константа роста, t_0 – константа, R^2 – коэффициент детерминации.

Указанные авторы приводят рассчитанные согласно их модели роста размеры камчатского краба ранних возрастных групп (до 3 лет) с промежуточными значениями для Бристольского залива (побережье Аляски, Берингово море), о-ва Уналашка (арх. Алеутские о-ва, Тихий океан) и о-ва Кадьяк. Значения длины карапакса молоди камчатского краба разного возраста в губе Дальнезеленецкая и трех районах нативного распространения *P. camtschaticus* представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Размеры молоди камчатского краба разного возраста, рассчитанные по уравнениям роста, полученным для разных районов Баренцева и Берингова морей

Возраст, лет	Губа Дальнезеленецкая		Бристольский залив	О-в Уналашка	О-в Кадьяк
	ШК	ДК	ДК	ДК	ДК
0	1.4	3.7	3.1	3.6	2.7
0.9	9.2	10.7	7	14.5	9.9
1	10.7	12.1	8.5	16.4	11.7
1.9	29.4	28.9	19.5	34.5	38
2	31.9	31.1	22.7	37.6	42.2
2.9	54.6	51.6	41.9	62.7	–
3	57.0	53.7	46.7	66.4	–
4	77.6	72.4	–	–	–
5	91.6	84.9	–	–	–

Примечание. ШК – ширина карапакса (мм), ДК – длина карапакса (мм).

Заметно, что рассчитанные значения длины карапакса камчатского краба из Баренцева моря отличались от тех, что были отмечены для Берингова моря. При парном сравнении полученных нами показателей с аналогичными данными из Бристольского залива, обнаружены достоверные различия ($t = 4.505$, $p = 0.004$), указывающие на то, что особи из губы Дальнезеленецкая достигали более крупных размеров. Достоверно различаются наши данные и при сопоставлении с аналогичными результатами из района о-ва Уналашка ($t = -3.867$, $p = 0.009$). Однако, в этом случае скорость роста камчатского краба из Баренцева моря была ниже, чем у берегов Северной Америки.

Обсуждение

Размеры неполовозрелых самцов и самок камчатского краба в прибрежье Баренцева моря сходны. Это вполне закономерно, так как их темпы роста у этого вида начинают различаться только при наступлении половой зрелости (Weber, 1967).

Рост молоди *P. camtschaticus* в Баренцевом море более адекватно описывается уравнением Гомперца по сравнению с уравнением Берталанфи. Такой же результат был получен для ювенильных особей этого вида из Берингова моря (Loher et al., 2001). Модель Берталанфи обычно применяется для аппроксимации данных по росту ракообразных, чей возраст редко превышает 3 года (Хи, Мохаммед, 1996), в то время, как модель Гомперца, чаще используется для описания роста долгоживущих видов (Yamaguchi, 1975).

Молодь камчатского краба из Дальнезеленецкой губы в возрасте 1 года достигает ширины карапакса 10.7 мм. Это хорошо согласуется с данными других исследователей. В Варангер-фьорде (Западный Мурман) ширина карапакса ювенильных особей составляла 10–25 мм (Переладов, 2003). Подобный размах может объясняться различиями в температурном режиме прибрежных акваторий Кольского п-ова. Параметры модели роста молоди позволяют более адекватно оценивать возраст особей по их размерам. Например, при расчетах годового прироста камчатского краба М.А. Пинчуков и Б.И. Беренбойм (2003) относили особей с шириной карапакса 70–90 мм к группе 7-летних особей. По нашим данным, их возраст должен составлять 4–5 лет.

В работе В.И. Соколова и Д.М. Милютин (2007) для 2003–2007 гг. приводятся сведения о модальных размерах молоди. Первые шесть модальных классов (предположительно возраст 0–5 лет) были следующие: 2.7–3.1 мм, 10 мм, 25–30 мм, 45–50 мм, 65–80 мм, 80–100 мм. Эти цифры, в целом, согласуются с полученными в нашей работе результатами.

Темпы роста краба в Баренцевом море превышают те, что были отмечены для Бристольского залива, но ниже темпов роста молоди у о-ва Уналашка. Выявленные различия, скорее всего, связаны с различиями в гидрологическом режиме упомянутых районов ареала. Известно, что температура воды в губе Дальнезеленецкая минимальна в феврале (1.3° С). В марте она начинает возрастать и к июню достигает значения 3 °С. В августе температура достигает 9.0 °С, в сентябре наблюдается максимум температуры - 9.7 °С (Комплексный ..., 1989). В Бристольском заливе в июне температура варьирует от 0.7 до 5.2° С, охлаждение воды происходит за счет позднего таяния снега. У берегов о-ва Уналашка температура воды выше за счет влияния теплого течения, из-за чего рост молоди краба идет более высокими темпами, чем в Бристольском заливе и губе Дальнезеленецкая.

Л и т е р а т у р а

Баканев С.В. Личинки камчатского краба в прибрежных районах и крупных заливах Мурмана // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2003. С. 122–133.

Дворецкий А.Г. Вселение камчатского краба в Баренцево море и его воздействие на экосистему (обзор). 1. Выедание бентоса // Вопр. рыболовства. 2012. № 1(49). С. 18–34.

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

Комплексный экологический мониторинг в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море): зимне-весенний период 1987–1988 г. / С.И.Бардан, Н.В.Дружков, Ю.А.Бобров, В.А.Байтаз. Препр. Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1989. 44 с.

Матюшкин В.Б., Сенников А.М., Ушакова М.В. Результаты исследований и экспериментального вылова камчатского краба в фьордовых и прибрежных водах Западного Мурмана в 1999 г. // Виды-вселенцы в европейских морях России: Сб. научн. тр. конф. Апатиты: КНЦ РАН, 2000. С. 234–249.

Переладов М.В. Особенности распределения и поведения камчатского краба на прибрежных мелководьях Баренцева моря // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2003. С. 152–170.

Пинчуков М.А., Беренбойм Б.И. Линька и рост камчатского краба в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 2003. С. 100–106.

Руководство по изучению десятиногих ракообразных *Decapoda* дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО, 1979. 60 с.

Соколов В.И., Милютин Д.М. Распределение, численность и размерный состав камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в верхней сублиторали Кольского полуострова Баренцева моря в летний период // Зоол. журн. 2006. Т. 85, № 2. С. 158–170.

Соколов В.И., Милютин Д.М. Динамика численности и особенности распределения камчатского краба в прибрежной зоне Баренцева моря // Тр. ВНИРО. 2007. Т. 147. С. 158–172.

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

Gayanilo F.C., Pauly D.E. FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT): reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8. Rome: FAO, 1997. 262 p.

Loher T., Armstrong D.A., Stevens B.G. Growth of juvenile red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Bristol Bay (Alaska) elucidated from field sampling and analysis of trawl-survey data // Fish. Bull. 2001. V. 99. P. 572–587.

Weber D.D. Growth of immature king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // Inter. North Pac. Fish. Commis. Bull. 1967. V. 21. P. 21–53.

Xu X., Mohammed H.M.A. An alternative approach to estimating growth parameters from length-frequency data, with application to green tiger prawns // Fish. Bull. 1996. V. 94. P. 145–155.

Yamaguchi M. Estimating growth parameters from growth rate data: problems with marine sedentary invertebrates // Oecologia. 1975. V. 20. P. 321–332.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖЬЕ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ЛЕТОМ 2012 Г.

В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info

Зоопланктон – важный компонент водных экосистем, во многом определяющий их продуктивность (Зенкевич, 1947; Богоров, 1974; Тимофеев, 2000; Комплексные ..., 2011). Зоопланктон южных районов Баренцева моря хорошо исследован (Дерюгин, 1915; Зеликман, Камшилов, 1960; Фомин, 1978; Тимофеев, 1994). Тем не менее, изучение состояния зоопланктонных сообществ не теряет своей актуальности, поскольку оно

позволяет пополнять имеющиеся базы данных (Климатический ..., 2004). При сопоставлении с океанографическими и другими условиями (например, величиной кормовой базы) появляется возможность выявлять связи между климатическими характеристиками и биотическими показателями (Климатический ..., 2004). В Баренцевом море наибольшая первичная продукция отмечается в прибрежных биотопах (Макаревич, Дружкова, 2010), поэтому мониторинг зоопланктона этих районов имеет особую ценность как для прикладной, так и теоретической науки. Целью работы была оценка состава и структуры зоопланктонного сообщества в прибрежье Баренцева моря в конце летнего периода 2012 г.

Материалы и методы

Пробы зоопланктона были отобраны в ходе рейса маломерного судна РМН «Викинг» в конце августа 2012 г. (табл. 1, рис. 1). Зоопланктон отбирали сетью Джели в слое дно – 0 м. Для фиксации проб применяли 4%-ный формалин. Численность пересчитывали на 1 м³, биомассу (в мг сырой массы) определяли по стандартным весам (Richter, 1994), размерно-весовым зависимостям (Зависимость..., 1989; Mutt, 1991) или номограммам (Численко, 1968).

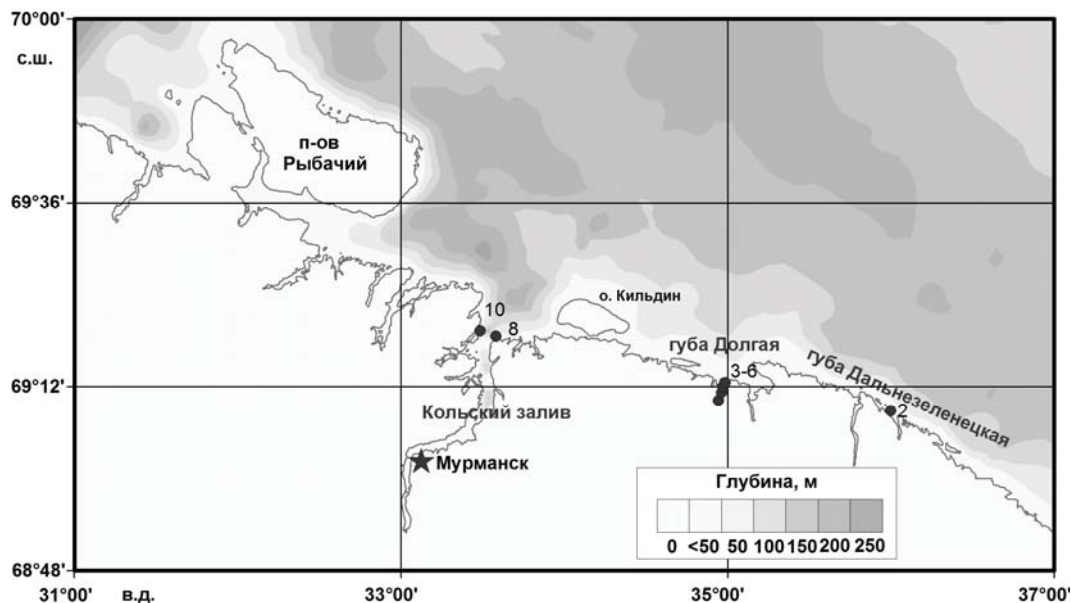


Рис. 1. Карта отбора проб в прибрежье Кольского п-ова в августе 2012 г.

Сухую и углеродную биомассу переводили в сырую биомассу по переводным коэффициентам (ICES ..., 2000). Для оценки биоразнообразия применяли индекс Шеннона и выравненность Пиелу. Обработку данных проводили методами описательной статистики. Средние представляли со стандартной ошибкой. Для анализа структуры сообщества применяли кластерный анализ, основанный на обилии видов, по методу средних групповых, мерой сходства были коэффициенты Брэя-Куртиса (Bray, Curtis, 1957).

Т а б л и ц а 1

Характеристика станций отбора проб в прибрежье Кольского п-ова в августе 2012 г.

Станция	Район	Дата	Время	Глубина, м	Слой отбора, м
2	Губа Дальнезеленецкая	29.08.2012	12:06	41	0–35
3	Губа Долгая	29.08.2012	18:07	39	0–30
4	-//-	29.08.2012	18:58	64	0–70
5	-//-	29.08.2012	19:39	90	0–90
6	-//-	30.08.2012	6:55	71	0–60
8	Кольский залив	30.08.2012	12:33	105	0–90
10	-//-	30.08.2012	14:04	91	0–70

Результаты

В пробах отмечено 32 таксона зоопланктонных организмов (табл. 2). На отдельных станциях число таксонов колебалось от 8 до 25. Наименьшее таксономическое богатство было отмечено в районе губа Дальнезеленецкая на ст. 2, наибольшее – на ст. 6, расположенной в губе Долгая. Значение индекса Шеннона колебалось от 1.37 до 2.35 при средней величине 1.92 ± 0.15 . Выравненность по обилию изменялась в диапазоне 0.45–0.76, в среднем, составляя 0.66 ± 0.04 . Общая численность зоопланктона варьировала от 65 до 2282 экз. м^{-3} , биомасса – от 2.2 до 55.5 мг м^{-3} . Средняя численность и биомасса зоопланктона составили 797 ± 254 экз. м^{-3} и 21.0 ± 7.0 мг м^{-3} , соответственно.

Кластерный анализ выявил тесную пространственную ассоциацию сообществ зоопланктона, поскольку выделенные группы станций соответствовали губе Дальнезеленецкой, губе Долгой и Кольскому заливу (рис. 2).

В районе губы Дальнезеленецкая преобладали копеподы, на долю которых приходилось 88% общей численности и 99.6% биомассы. Наибольшее обилие было характерно для *O. similis* (51%), по биомассе превалировал *C. finmarchicus* (51%) (табл. 2).

В губе Долгая также лидирующее положение занимали веслоногие ракообразные, составлявшие $83 \pm 3\%$ численности и $87 \pm 3\%$ биомассы. Среди них по обилию доминировали *O. similis* ($31 \pm 3\%$) и *A. longiremis* ($19 \pm 8\%$). По биомассе преобладали *A. longiremis* ($24 \pm 11\%$), *C. finmarchicus* ($20 \pm 8\%$), *T. longicornis* ($12 \pm 1\%$), *C. hamatus* ($10 \pm 2\%$).

На двух станциях, расположенных на входе в Кольский залив, копеподы были основным компонентом зоопланктонного сообщества, их численность достигала $97 \pm 1\%$, а биомасса – $99 \pm 1\%$. По обилию превалировали *O. similis* ($50 \pm 19\%$) и *A. longiremis* ($13 \pm 7\%$), по биомассе – *C. finmarchicus* ($36 \pm 25\%$), *T. longicornis* ($22 \pm 18\%$) и *A. longiremis* ($19 \pm 9\%$).

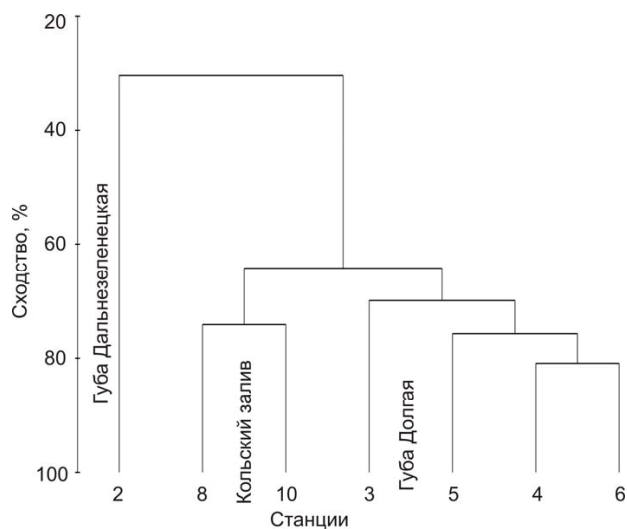


Рис. 2. Дендрограмма сходства станций по численности зоопланктона в прибрежье Кольского п-ова в августе 2012 г.

Т а б л и ц а 2

Состав, численность и сырая биомасса (экз. м⁻³/мг м⁻³) зоопланктона в прибрежье Кольского п-ова в августе 2012 г.

Таксон	ДЗ	Д	КЗ
<i>Acartia longiremis</i>	16.5/0.7	288.5±190.1/9.2±6	64.6±30.5/2.4±1.1
<i>Calanus finmarchicus</i>	1.6/1.3	15.7±10.8/5.4±3.5	8.7±5.9/5±3.6
<i>Centropages hamatus</i>	–	30.1±19.7/3.1±1.8	4.5±2.2/0.4±0.2
<i>Ectinosoma</i> spp.	–	3.8±1.5/<0.1	–
<i>Metridia longa</i>	–	49.3±9.2/0.3±0.1	12.3±0.1/0.1±0.1
<i>Microcalanus pusillus</i>	–	0.1±0.1/<0.1	0.1±0.1/<0.1
<i>Microsetella norvegica</i>	–	–	0.3±0.3/<0.1
<i>Oithona atlantica</i>	1.1/<0.1	35.9±8.7/0.4±0.1	8.5±7.5/0.1±0.1
<i>Oithona similis</i>	0.8/<0.1	1.2±1.2/<0.1	–
<i>Pseudocalanus</i> spp. I-IV	4.5/<0.1	19.6±11.1/0.1±0.1	20.9±0.2/0.1±0
<i>Pseudocalanus minutus</i> V-VI	33/0.2	338.4±123.6/1.6±0.6	271.7±131.8/1.1±0.5
<i>Pseudocalanus acuspes</i> V-VI	–	68.8±20/0.8±0.3	27.3±8.9/0.2±0.1
<i>Temora longicornis</i>	–	23.2±4.8/1±0.2	12±2.2/0.6±0.1
<i>Tisbe furcata</i>	–	8.8±1.7/0.3±0.1	4.1±0.4/0.2±0.1
Copepoda ova	–	72.9±23.1/3.2±1.1	70.4±43.5/2.7±2.2
Copepoda nauplii	–	–	0.1±0.1/<0.1
<i>Evadne nordmanni</i>	–	22.3±12.9/1±0.7	–
<i>Podon leuckartii</i>	–	8.8±1.1/0.3±0.1	0.3±0.3/<0.1
<i>Boroecia borealis</i>	–	0.3±0.2/<0.1	–
<i>Thyssanoessa</i> spp.	–	0.1±0.1/<0.1	–
<i>Thyssanoessa raschii</i>	–	0.1±0.1/0.2±0.1	–
Bivalvia (juv.)	–	<0.1/<0.1	–
Bryozoa (cephonantes)	2.9/<0.1	54.3±10/0.3±0.1	10.6±1.8/0.1±0.1
Cirripedia nauplii	–	–	0.2±0.2/<0.1
Gastropoda larvae	–	5.5±1.5/0.1±0.1	1.2±1.2/<0.1
Ophiopluteus	4.3/<0.1	39.9±4.6/<0.1	2.3±0/<0.1
Polychaeta larvae	–	0.9±0.9/<0.1	0.3±0.3/<0.1
<i>Parasagitta elegans</i>	–	12.9±3.7/0.1±0.1	1.5±0/<0.1
<i>Aglantha digitale</i>	–	0.3±0.3/1.5±1.5	–
<i>Euphysa</i> spp. juv.	–	0.2±0.2/<0.1	–
<i>Euphysa flammea</i>	–	<0.1/0.1±0.1	–
<i>Obelia</i> spp.	–	6.9±2.7/0.1±0.1	1±1/<0.1
<i>Fritillaria borealis</i>	–	6.1±1.7/0.1±0.1	0.5±0.5/<0.1
<i>Oikopleura labradoriensis</i>	–	1.5±0.6/<0.1	–

Примечание. “–” – таксон не обнаружен, juv. – молодь, I–V – копеподиты I–V, VI – взрослые особи. ДЗ – район губы Дальнезеленецкая, Д – губа Долгая, КЗ – Кольский залив.

Эврифаги преобладали в составе зоопланктона, составляя 63.0–2130.4 экз. м⁻³ (79–98%, в среднем, 90±2%) и 0.9–49.3 мг м⁻³ (31–89%, в среднем, 60±9%). Среди растительноядных форм доминировал *C. finmarchicus*, всеядные организмы были представлены, в основном, *O. similis*, *A. longiremis* (13±7%), и *T. longicornis*. Ювенильные особи *P. elegans* и некоторые гидромедузы были наиболее массовыми группами хищного планктона (табл. 2).

Возрастная структура *A. longiremis* характеризовалась преобладанием IV–V копеподитных стадий (49±8%), также велика была доля молоди (рис. 3). В популяции *C. finmarchicus* более 85% численности приходилось на копеподитов III–V стадий, взрослые рачки встречались редко (рис. 3). Группировка *O. similis* была представлена, в основном, старшими копеподитами и самками, вклад которых в общее обилие вида составлял 70±6% (рис. 3). Отличительной особенностью популяции *T. longicornis* была высокая доля копеподитов I–II (36±8%), на взрослых особей приходилось менее 2% (рис. 3).

Обсуждение

Доминирующим типом водных масс исследуемого района являются мурманские прибрежные воды (Комплексные ..., 2011), в пределах которых температура и соленость воды могут существенно варьировать, что связано с особенностями местной циркуляции и наличием пресноводного стока. В конце августа

среднемесячные значения температуры и солености в поверхностном слое составляют 8–9 °C и 30–33 psu в придонном – 3–4 °C и 34.4–34.8 psu (Климатический ..., 2004).

В составе зоопланктона прибрежной зоны Восточного Мурмана на протяжении года отмечено более 100 таксонов (Фомин, 1978), причем наибольшее таксономическое богатство регистрируют весной – в период после массового цветения пелагических микроводорослей (Макаревич, Дружкова, 2010). Отличительной чертой сезонного развития зоопланктонного сообщества в южной части Баренцева моря является резкое снижение разнообразия фауны планктона и ее количественных показателей (Дружков, Фомин, 1991). В наших пробах наиболее широко были представлены мелкие неритические виды копепод (*A. longiremis*, *T. longicornis*, *C. hamatus*), а также космополит *O. similis* и массовый фитофаг *C. finmarchicus*. Преобладание в пробах веслоногих ракообразных и подобный состав доминирующих видов типичны для небольших заливов и бухт Кольского п-ова (Тимофеев, 1994; Дворецкий, Дворецкий, 2008, 2012; Дворецкий, 2011; Dvoretzky, Dvoretzky, 2012).

Примечательно, что наибольший вклад в численность имела мелкая копепода *O. similis*. Этот вид, начиная с середины летнего периода, преобладает не только в прибрежной зоне, но и в верхнем 100-метровом слое в открытых районах моря (Дворецкий, Дворецкий, 2011), поскольку с конца июля *C. finmarchicus*, доминировавший на протяжении весны и лета, начинает опускаться в глубоководные слои воды (Тимофеев, 2000). В губах и заливах, где за счет пресноводного стока происходит распреснение поверхностного слоя (Комплексные ..., 2011), на первое место по обилию выходят другие представители копепод,

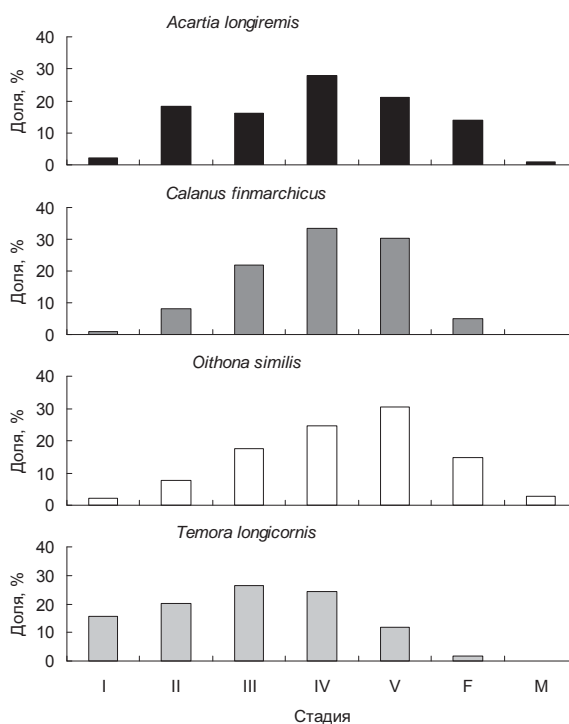


Рис. 3. Возрастная структура массовых копепод в прибрежье Кольского п-ова в августе 2012 г. I–V – копеподиты I–V, F – самки, M – самцы

в частности, *Acartia* spp., что наглядно видно при анализе состава зоопланктона в губе Долгая. При этом необходимо отметить пятикратное повышение биомассы *A. longiremis* от входа в губу до ее кутовой части.

Согласно нашим данным, биоразнообразие сообщества зоопланктона, оцененное при помощи индекса Шеннона, было невысоким. Средняя величина была сходна с приведенными ранее оценками для прибрежной зоны Восточного Мурмана в августе–сентябре (Фомин, 1978). Также стоит указать на довольно высокое значение выравненности фауны планктона по обилию. Это означает, что структура сообществ была однородной, без выраженного доминирования одного таксона. Основная причина, обуславливающая невысокое разнообразие в начале осеннего периода, – это особенности сукцессионного цикла (Дружков, Фомин, 1991; Тимофеев, 2000). В частности, к концу лета из структуры выпадают многие меропланктонные формы (личинки донных организмов и гидромедузы), что подтверждается и нашими данными (табл. 2).

В то же время, несмотря на низкие количественные показатели зоопланктонного сообщества, оно находилось в активном состоянии, т.к. мелкие массовые виды активно размножались, о чем свидетельствует анализ их популяционной структуры (рис. 3). Особенно четко это проявляется для *T. longicornis*, *O. similis* и *A. longiremis*, и объясняется особенностями их пищевой стратегии. Все виды являются типичными эврифагами, которые, видимо, способны размножаться на протяжении большей части года (Тимофеев, 1994, 2000; Дворецкий, Дворецкий, 2011), в отличие от фитофагов родов *Calanus* и *Pseudocalanus*, массовое развитие которых происходит во время и после весеннего пика цветения фитопланктона, регистрируемого в апреле–мае (Макаревич, Дружкова, 2010). Источником пищи для копепод-эврифагов в прибрежной зоне помимо микропланктона служит взвесь и детрит (Raymont, 1983), концентрация которых высока в зоне берегового стока. Возможно, именно по этой причине максимум биомассы был зарегистрирован нами в кутовой части губы Долгая. Другой точкой, где концентрация зоопланктона была значительной, был выход из губы Долгая. Скорее всего, в данном случае проявляется известный эффект экотона – повышение продуктивности на границах разных биотопов. В нашем случае в качестве таких биотопов можно рассматривать водную массу собственно губы и водную массу прилегающего моря (Комплексные ..., 2011). Сходная тенденция в пространственном распределении биомассы зоопланктона прослеживалась в этом районе и летом 2008 г. (Дворецкий, 2011).

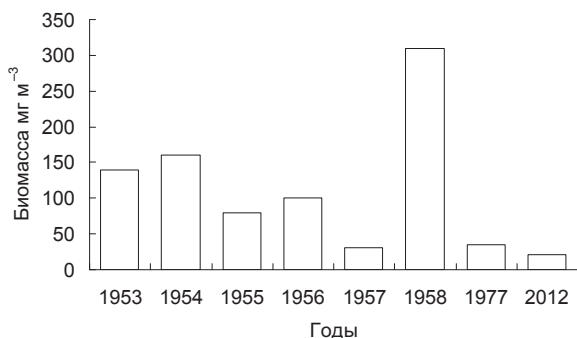


Рис. 4. Вариации биомассы зоопланктона (мг сухой массы на 1 м³) в прибрежье Кольского п-ова в августе–сентябре (Зеликман, Камшилов, 1960; Фомин, 1978; представленная работа)

Мы выявили, что биомасса зоопланктона в конце августа 2012 г. в прибрежной зоне Кольского п-ова была ниже по сравнению с величинами, отмеченными в 1953–1956 и 1958 гг. и сопоставима с показателями 1957 и 1977 гг. (рис. 4). Отличия по биомассе связаны с несколькими причинами. Во-первых, следует отметить разницу фенологии зоопланктонного сообщества, т.е. в разные годы пики развития планктона могут не совпадать (Зеликман, Камшилов, 1960). Во-вторых, важную роль играют климатические условия, в частности, повышенные температуры воды на протяжении ряда лет могут вести к удлинению

сроков размножения массовых видов зоопланктона (Raymont, 1983; Тимофеев, 2000). В нашем случае сходство прослеживалось с холодными годами. В-третьих, необходимо указать на разную интенсивность притока атлантических вод в Баренцево море. В годы, когда приток увеличен, обилие *C. finmarchicus* и общая биомасса зоопланктона выше, чем в те периоды, когда адвекция атлантических вод ниже (Тимофеев, 2000). Наконец, нельзя не учитывать, что планктон распределяется мозаично (Богоров, 1974) и для получения более адекватной картины необходимо выполнять больше станций, включая и ночные, что с учетом современной обстановки не всегда возможно.

Проведенное исследование дает представление о состоянии и структуре сообщества в прибрежной зоне Кольского п-ова в конце летнего – начале осеннего этапа сезонного цикла развития зоопланктона. Его результаты могут быть использованы для мониторинга пелагической экосистемы в южной части Баренцева моря

Л и т е р а т у р а

Богоров В.Г. Планктон Мирового океана. М.: Наука, 1974. 320 с.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Мониторинговые исследования зоопланктона в прибрежной зоне южной части Баренцева моря // Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты): Матер. междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 9–11 июня 2008 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 75–77.

Дворецкий В.Г. Мониторинговые исследования зоопланктона в губе Долгая Баренцева моря // Изучение и освоение морских и наземных экосистем в условиях арктического и аридного климата: Матер. междунар. научн. конф. (г. Ростов-на-Дону, 6–11 июня, 2011 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. С. 265–267.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Биология и роль *Oithona similis* в зоопланктоне морей Арктики. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 349 с.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение копепод в весеннем планктоне прибрежья Баренцева моря в 2007 г. // Вестн. КНЦ РАН. 2012. № 2. С. 30–36.

Дерюгин К.М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Импер. Ак. Наук. 1915. Т. 8, сер. 24. С. 1–929.

Дружков Н.В., Фомин О.К. Сезонная сукцессия зоопланктона в прибрежной зоне Восточного Мурмана // Продукционно-деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1991. С. 62–72.

Зависимость между размерами и массой тела некоторых беспозвоночных и рыб Северо-восточной Атлантики (справочно-информационный материал) / Сост. Е.Г. Берестовский и др. Апатиты, 1989. 24 с.

Зеликман Э.А., Камшилов М.М. Многолетняя динамика биомассы планктона южной части Баренцева моря и факторы, ее определяющие // Тр. ММБИ АН СССР, 1960. Т. 2. (2) С. 68–102.

Зенкевич А.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. М.: Сов. наука, 1947. 558 с.

Климатический атлас морей Арктики 2004: Часть База данных Баренцева, Карского, Лаптевых и Белого морей – океанография и морская биология / Г.Г. Матишов, А.Н. Зуев, В.А. Голубев и др. Вашингтон, 2004. 148 с. + DVD.

Комплексные исследования больших морских экосистем России / Под ред. Г.Г. Матишова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 516 с.

Макаревич П.Р., Дружкова Е.И. Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 280 с.

Тимофеев С.Ф. Зоопланктон губы Ярнышной (Баренцево море) в летний период (июль–август 1987 года) // Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994. С. 19–31.

Тимофеев С.Ф. Экология морского зоопланктона. Мурманск: Изд-во МГПИ, 2000. 216 с.

Фомин О.К. Некоторые динамические характеристики зоопланктона в прибрежье Мурманска // Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1978. С. 72–91.

Численко Л. Н. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела. Л.: Наука, 1968. 106 с.

Bray J.R., Curtis J.T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin // Ecol. Monogr. 1957. V. 27. P. 325–349.

Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Crustaceans of the Barents Sea: recent studies of Murmansk Marine Biological Institute // Ber. Polarforsch. 2012. V. 640. P. 162–176.

ICES Zooplankton Methodology Manual / Ed. by R. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal, M. Huntley. New York: Academic Press, 2000. 684 p.

Mumm N. Zur sommerlichen Verteilung des MesozooPlanktons im Nansen-Becken, Nordpolarmeer // Ber. Polarforsch. 1991. V. 92. P. 1–146.

Raymont J.E.G. Plankton and productivity in the oceans. 2nd Edition. Vol. 2. Southampton: Pergamon Press, 1983. 824 p.

Richter C. Regional and seasonal variability in the vertical distribution of mesozooplankton in the Greenland Sea // Ber. Polarforsch. 1994. V. 154. P. 1–90.

СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СООБЩЕСТВ ПОЛИХЕТ ВО ФЬОРДАХ И ЗАЛИВАХ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

Д.Р. Дикаева

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Архипелаг Шпицберген расположен в шельфовой перигляциальной зоне (Матишов, 1984) на стыке взаимодействия атлантических и арктических вод. Во фьорды Западного Шпицбергена в результате таяния ледников поступают холодные пресные воды с большим количеством минеральной взвеси и моренного материала (Тарасов, 2009; Митяев и др., 2005). Со стороны океана на акваторию заливов проникают теплые соленые атлантические воды. Эта особенность гидрологического режима фьордов Шпицбергена определяет интерес к исследованию закономерностей распределения здесь донных организмов.

Многочетинковые черви (Polychaeta) – одна из наиболее многочисленных групп донных организмов в биоценозах северных морей (Жирков, 2001), в том числе в биоценозах заливов Шпицбергена (Фролова и др., 2005; Фролова и др., 2008). Поэтому, изучение видового состава и количественных характеристик группы многочетинковых червей представляет большой интерес.

Термохалинные условия заливов и фьордов о. Западный Шпицберген со стороны Гренландского моря определяются сложным взаимодействием постоянных и приливо-отливных течений, выводных ледников, рельефа дна, зимнего ледового покрова. Водные массы заливов разделяют на поверхностные, промежуточные, трансформированные атлантические, локальные и зимние холодные воды (Weslawski et al., 1991; Моисеев, Ионов, 2006). Поверхностные и промежуточные обладают самой низкой соленостью: 32.5-33.25 ‰. Трансформированные атлантические – имеют соленость примерно 34.7 ‰ и температуру около 1 °С, составляют обычно нижнюю часть водной массы во внешней и центральной областях залива. Их подстилают локальные воды с соленостью более 34.7 ‰ и температурой ниже 1 °С. Зимние холодные воды обладают самой высокой соленостью (выше 35 ‰) и самой низкой температурой (ниже -1.7 °С). Они образуются зимой при формировании ледового покрова, летом частично замещаются трансформированными атлантическими и локальными водами, но могут и сохраняться в отдельных впадинах внутренних участков залива за подводным порогом (Погодина, 2007; Моисеев, Ионов, 2006).

Материалом послужили 187 количественных проб бентоса с 57 станций, собранные в заливах и фьордах о. Западный Шпицберген (Хорнсунн, Бельсунн, Ис-фьорд с отходящими от него заливами Грен-фьорд, Нур-фьорд, Сассен-фьорд) с борта НИС «Дальние Зеленцы» в ходе комплексной экспедиции Мурманского морского биологического института в 2001, 2002, 2003, 2008 гг. (рис.). В 2007 и 2010 гг. в береговых экспедициях была обследована литораль и верхняя сублитораль залива Грен-фьорд до глубины 10 м (Пантелеева и др., 2007; Пантелеева и др., 2009; Пантелеева, 2011). Отбор проб производили дночерпателем ван-Вина (площадь захвата 0.1 м²) и Петерсена (0.025 м²), на литорали – с помощью Драги и ручного метода. Обработка материалов осуществлялась по стандартной гидробиологической методике.

В заливах Западного Шпицбергена идентифицировано 178 таксонов многощетинковых червей, принадлежащих 31 семейству, из которых 139 – определены до вида. Наибольшее количество видов (23) насчитывает семейство Terebellidae.

В биогеографической структуре полихет, населяющих заливы и фьорды Западного Шпицбергена, преобладают шельфовые аркто-атлантико-тихоокеанские виды (43 %). Биогеографический состав многощетинковых червей варьирует в полном соответствии с существующими там термохалинными условиями. В условиях непосредственной близости тающих ледников доля арктических видов возрастает, а бореальные виды полностью исчезают. На литорали и в верхней сублиторали Грен-фьорда развиваются бореальные виды при отсутствии арктических (Фролова, Дикаева, 2012). Увеличение доли арктических видов во внутренней части заливов обусловлено наличием порога, снижающего поступление теплых атлантических водных масс, а также влиянием холодных вод ледникового стока (Фролова и др. 2008; Дикаева, Фролова 2008; Фролова, Дикаева 2012). Даже в летний период температура воды на глубине за порогом остается отрицательной (Моисеев, Ионов, 2006).

Биомасса сообществ полихет во фьордах и заливах Западного Шпицбергена варьирует от 5 до 212 г/м², в среднем, составляя 60±14 г/м², уменьшаясь в направлении от внешних к кутовым областям заливов, подверженных влиянию талых ледниковых вод, несущих большое количество минеральной взвеси. Максимальная биомасса отмечена в центральной части Ис-фьорда на глубине 228 м на мелко-песчаных грунтах, где доминирует вид *Spiochaetopterus typicus*. Низкие значения биомассы отмечены в кутовой части залива Хорнсунн в непосредственной близости к леднику на глубине 15 м на илистых грунтах, где доминирует *Capitella capitata*.

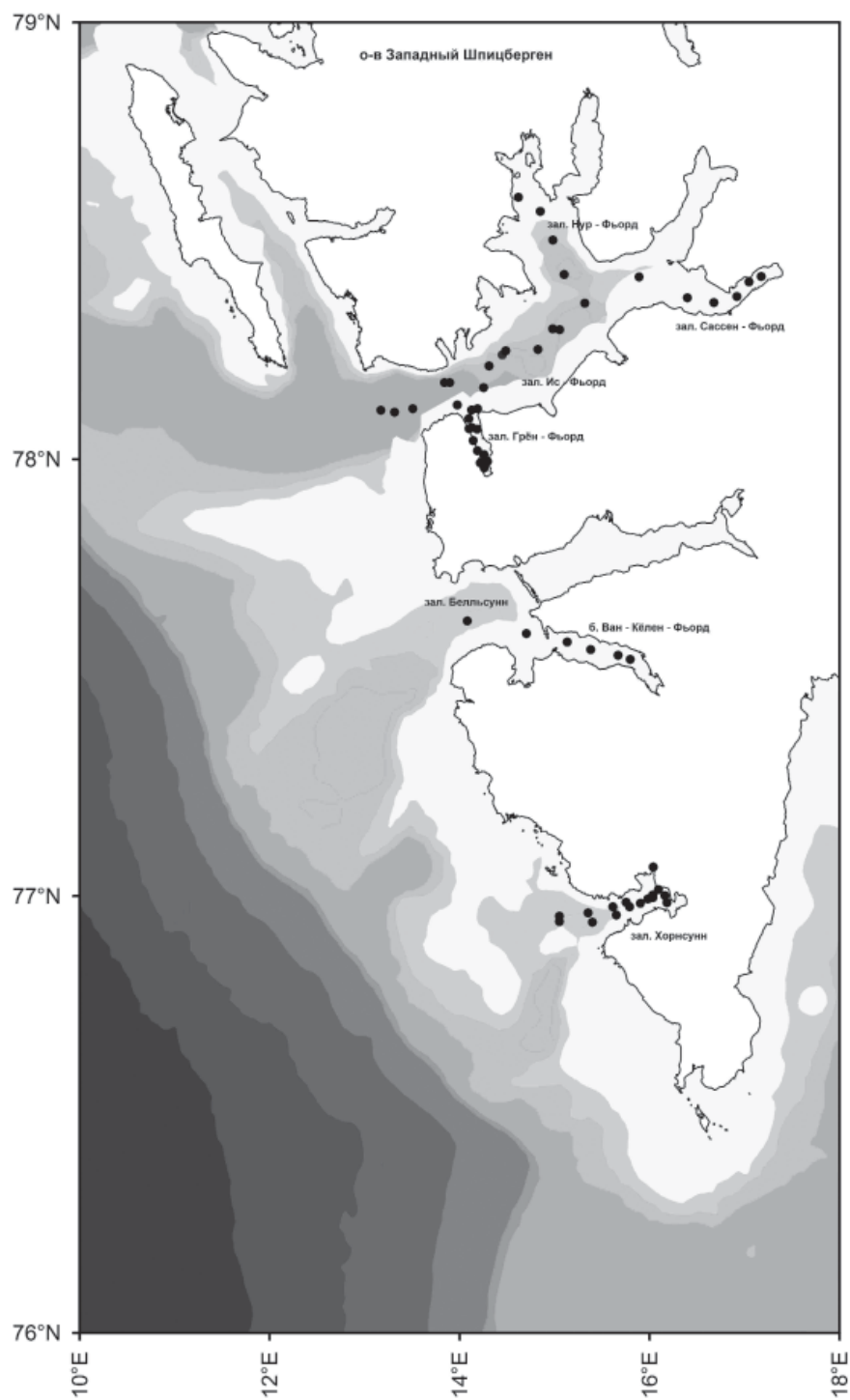


Рис. Карта-схема расположения бентосных станций в заливах Западного Шпицбергена в 2001-2003 и 2008 гг.

В районах исследования плотность поселения полихет варьирует от 870 до 10970 экз./м², в среднем, составляя 3667±538 экз./м². Максимальные значения отмечены в кутовой части залива Грен-фьорд на глубине 37 м на мягких илах, где доминирующими видами выступают *Cirratulidae g. sp.*, также высокие значения отмечены в заливе Хорнсунн на границе внешней и внутренней областей, в зоне ледниково-морской седиментации (Митяев, Герасимова, 2003) на глубине 135 м на илистом грунте. Низкие значения отмечены во внешней части Ис-фьорда на глубине 198 м и в кутовых участках залива Сассен-фьорд на легко размывающихся глинистых осадках в зимних водных массах с отрицательной температурой.

Сравнение станций по видовому составу методом кластерного анализа на основе доли интенсивности метаболизма с использованием коэффициента сходства Чекановского-Серенсена (Sørensen, 1948) позволило выделить в исследованных фьордах Западного Шпицбергена ряд фаунистических комплексов, распределение которых связано с гидрологическими условиями, типом донных осадков и геоморфологическим строением исследованных заливов.

Первый большой комплекс объединил группу станций, расположенных во внешних и приустьевых участках заливов, а также в кутовой части залива Нур-фьорд. Исследуемый видовой комплекс приурочен к относительно большим глубинам (от 97 до 267 м), глинистым, илисто-песчаным грунтам с гравием и галькой. Здесь обнаружено 129 видов, максимальное количество видов отмечено в приустьевых участках заливов.

Здесь можно выделить комплекс условно названный «внешним», объединивший станции внешних районов и приустьевых участков заливов Хорнсунн, Бельсунн, Ис-фьорд и Грен-фьорд, а также станции кутовой части залива Нур-фьорд, где по доли интенсивности метаболизма доминирует детритофаг безвыборочно заглатывающий грунт *Maldane sarsi*. Данный комплекс расположен на глубинах от 56 до 391 м, на глинистых, илисто-песчаных грунтах с галькой и гравием, в диапазоне температур от -0.94 до +3.56 °C и солености от 34.3 до 34.97 ‰. Комплекс характеризуется достаточно высокой биомассой (76.5±23 г/м²) и плотностью поселения (3990±647 экз./м²).

В центральной глубоководной части Ис-фьорда, находящейся под влиянием местных и промежуточных водных масс, на мелко-песчаном илистом грунте с глубинами от 134 до 250 м отмечен комплекс с доминированием собирающего детритофага *Spiochaetopterus typicus*. В данном комплексе увеличивается биомасса полихет (111±36 г/м²) и незначительно снижается плотность поселения (3271±340 экз./м²).

В углублениях дна за порогом во внутренних и приустьевых участках фьордов на глубинах от 60 до 156 м развивается второй комплекс с доминированием разных видов. Во впадинах внутренней части заливов, где скапливается основная масса взвеси, выносимая талыми ледниковыми водами, доминируют виды-оппортунисты семейства *Cirratulidae*, в приустьевых участках в районе порогов на илисто-глинистых грунтах с галькой и щебнем доминируют *Terebellides williamsae*, *Galathowenia oculata*, *Nephtys paradoxa*, *Lumbrineridae g. sp.* Придонные температуры на момент отбора проб варьировали от -1.29 до 3.79 °C, соленость от 34.42 до 34.91 ‰. В этом комплексе отмечено 95 видов. Данный комплекс отличается низкими значениями биомассы (44.2±9.5 г/м²), но высокой плотностью поселения (4023±419 экз./м²) за счет развития видов-оппортунистов семейства *Cirratulidae*.

В кутовых участках заливов Сассен-фьорд, Бельсунн и Хорнсунн за подводным порогом в области расположения холодных зимних вод с отрицательной температурой (Моисеев, Ионов, 2006) отмечен комплекс с доминированием *Aglaophamus malmgreni*, *Polycirrus arcticus*, *Cirratulidae g. sp.* В районах обитания этого комплекса придонные температуры

колебались от -1.64 до 2 °С, соленость от 33.75 до 34.7 ‰. Данный комплекс, расположенный на глубинах от 15 до 96 м, в зоне влияния талых ледниковых вод, насыщенных минеральной взвесью, отличается низким видовым разнообразием (61 вид), минимальными значениями биомассы (13.3 ± 3.4 г/м²) и невысокой плотностью поселения (2316 ± 243 экз./м²).

Отдельно выделились станции расположенные у кромки ледника, отличающиеся минимальным количеством видов и биомассой, где доминируют *Capitella capitata* и *Cirratulidae g.sp.*, а также станции расположенные на выходе из залива Ис-фьорд, с доминированием *Scoloplos armiger*.

Таким образом, при продвижении от внешней к внутренним частям заливов Западного Шпицбергена с изменением условий среды (глубины, характера грунта, наличия водных масс различного происхождения) происходит изменение количественных характеристик и структуры сообществ полихет. Высокие значения биомассы и видового разнообразия сообществ полихет отмечены в глубоководных внешних и центральных районах заливов, где на илисто-песчаных грунтах, в зонах контакта водных масс различного происхождения, создаются наиболее благоприятные условия для развития полихет. Увеличение содержания минеральной взвеси, выносимой талыми ледниковыми водами во внутренней части заливов, и высокая скорость осадконакопления приводит к снижению биомассы с одновременным ростом плотности поселения за счет видов-оппортунистов (Фролова, Дикаева, 2009; Фролова, Дикаева, 2007), характеризующихся малыми размерами и коротким периодом жизни.

Л и т е р а т у р а

Дикаева Д.Р., Фролова Е.А. Распределение полихет в заливе Белльсунн (Западный Шпицберген) // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. Вып. 8. Материалы международной научной конференции (Мурманск, 9-11 ноября 2008 г.). М.: ГЕОС, 2008. С. 116–119.

Жирков И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана. М.: Янус-К, 2001. 631 с.

Матишов Г.Г. Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984. 176 с.

Митяев М.В., Герасимова М.В. Фациальная изменчивость современных донных отложений в заливе Хорнсунн (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 3. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 99–108.

Митяев М.В., Погодина И.А., Герасимова М.В. Фациальная изменчивость современных отложений залива Грен-фьорд, Западный Шпицберген // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. С. 190–201.

Моисеев Д.В., Ионов В.В. Некоторые результаты океанографических исследований в заливах и фьордах о. Западный Шпицберген летом 2001 и 2002 гг. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 6. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2006. С. 261–270.

Пантелеева Н.Н. К биоразнообразию экосистем: новые виды беспозвоночных в фауне залива Грен-Фьорд (Западный Шпицберген) // Изучение и освоение морских и наземных экосистем в условиях арктического и аридного климата: Материалы междунар. научной конференции (6-11 июня 2011). Ростов на Дону.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. С. 308–311.

Пантелеева Н.Н., Ахметчина О.Ю., Зимица О.Л., Любина О.С., Нехаев И.О., Фролов А.А., Фролова Е.А. Особенности развития беспозвоночных залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) в летний период // Проблемы морской палеоэкологии и биогеографии в эпо-

ху глобальных изменений: Материалы VIII Всероссийской школы по морской биологии и IX международной научной конференции «Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген» (Мурманск, 12-14 ноября 2009 г.). М.: ГЕОС, 2009. С. 337–353.

Пантелеева Н.Н., Любина О.С., Нехаев И.О., Фролов А.А., Артюх О.Л., Ахметчина О.Ю. О разнообразии фауны беспозвоночных Грен-фьорда (Западный Шпицберген) и влиянии методов сбора материала на результат // Биоразнообразии сообществ морских и пресноводных экосистем России: Материалы VI Всероссийской школы по морской биологии (Мурманск, 1-2 ноября 2007 г.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2007. С. 140–141.

Погодина И.А. Бентосные фораминиферы системы Ис-фьорда (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 7. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2007. С. 306–317.

Тарасов Г.А. Современное водно-ледниковое осадкообразование в заливе Грен-фьорд (Шпицберген) // Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М.: ГЕОС, 2009. С. 394–400.

Фролова Е.А. Полихеты залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 6. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2006. С. 379–386.

Фролова Е.А., Гарбуль Е.А., Гудимов А.В., Фролов А.А. Донные биоценозы залива Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. С. 480–499.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Биогеографический состав многощетинковых червей фьордов и заливов Западного Шпицбергена // Комплексные исследования природы Шпицбергена: Материалы международной научной конференции (Мурманск, 1-3 ноября 2012). Выпуск 11. М.: ГЕОС, 2012. С. 238–248.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Сообщества полихет залива Хорнсунн (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 7. Апатиты. Изд. КНЦ РАН, 2007. С. 318–329.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Сообщества полихет сублиторали системы Ис-фьорда (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М.: ГЕОС, 2009. С. 407–411.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р., Любина О.С., Фролов А.А., Гарбуль Е.А., Артюх О.Л., Ахметчина О.Ю., Павлова Л.В. Состав и распределение бентоса залива Хорнсунн (Западный Шпицберген) // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. Вып. 8. Материалы международной научной конференции (Мурманск, 9-11 ноября 2008 г.). М.: ГЕОС, 2008. С. 363–366.

Sørensen T. A. A new method of establishing – groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // Kgl. dan. Vid. Selek. biol. ser. 1948. Bd. 5. № 4. P. 1–34.

Weslawski J.M., Jankowski A., Kvasniewski S., Swerpel S., Ryg M. Summer Hydrology and Zooplankton in two Svalbard Fjords // Polish Polar Res. 1991. Vol. 12, № 3. P. 445–460.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ
METRIDIA LONGA (LUBBOCK) НА СЕВЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ
В СЕНТЯБРЕ 2010 Г.**

Е.В. Евсеева, А.Н. Бензик

**Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия**

Введение

Metridia longa (Lubbock) относится к массовым представителям арктической фауны северных морей (Яшнов, 1940). Ввиду относительно мелких размеров этот вид становится объектом массового откорма молоди и взрослых особей мойвы, в основном, при недостатке другой пищи (Пуцаева, 1992). *M. longa* ведет, преимущественно, хищнический образ жизни (Grainger, 1959), поэтому, она слабо зависит от развития фитопланктона и обитает в основном в нижних слоях воды, хотя ее также считают эврифагом (Фомин, 1985). В соответствии с данными о распределении *M. longa* в центральной широтной зоне Баренцева моря в середине 1980-х – начале 1990-х гг. (Орлова и др., 2004), в придонном слое ее относительная доля в составе крупных копепод составляла 40-70 %. По данным ряда авторов (Шулдал и др., 1987; Орлова и др., неопубликованные данные) в центральной части моря в теплый период этот вид характеризовался низкой численностью, которая может повышаться лишь в отдельные холодные годы. Концентрации *M. longa* были выше на востоке моря, как и ее биомассы (в среднем, 8-48 против 6-23 мг/м³ в центре). Подобное преимущественно восточное распределение *M. longa* отмечалось также в теплые 2002-2008 гг. (Orlova et al., 2010). Приведенные данные дают лишь ориентировочное представление о влиянии условий среды на локализацию скоплений *M. longa* в Баренцевом море, поскольку температурные границы обитания этого вида четко не определены.

По данным О.Д. Юрко (2008), в 1989 и 1992 гг. массовое размножение *M. longa* произошло в нижних слоях воды при температуре 0-1°C. Как выявлено этим автором, на успешность размножения *M. longa* и ее численность также влияют темпы разрушения льда. В 1989 г. медленное отступление льда и ограниченное пространство вод с температурой 0-2°C предопределили низкую численность *M. longa* (до 300 экз./м³). Напротив, быстрое таяние льда в центре моря в 1992 г. способствовало образованию обширных площадей с температурой вод 0-2° С, что сопровождалось бурным размножением этого вида, поэтому 1992 г. отличался очень высокой численностью *M. longa* (более 2000 экз./м³). В ноябре-декабре 2009 г. плотные концентрации *M. longa* (более 50 экз./м³) отмечались в зимовальных скоплениях в южной и северной частях Баренцева моря при температуре воды около 1°C. (Орлова и др., неопубликованные данные). В этот период завершается формирование нерестовой части популяции *M. longa*, и ее основу составляют особи V и VI (самки и самцы) стадий, что отражает возможность раннего размножения этого вида. С другой стороны, в сентябре в популяции *M. longa* в различных районах Баренцева моря еще регулярно встречаются яйца, науплии, младшие копеподиты и размножающиеся особи, что подтверждает растянутый период ее размножения (Фомин, 1985). Максимум присутствия копеподитов CI-II стадий наблюдался в августе холодного 1987 г. в смешанных водах (0-2°C) (Orlova et al., 2008). К этим данным близки данные О.В. Габовой (2007), в которой в качестве основного фактора формирования структуры и численности *M. longa* в сентябре рассмотрен температурный режим на северо-востоке Баренцева моря в теплые

годы (2002 и 2005). В 2002 г. здесь температура поверхностных вод была ниже средне-годового уровня, в среднем, на 0.5-1.0°C, но глубже – была выше нормы. В 2005 г. температура поверхностных вод превышала норму, в среднем, на 0.7-1.2 °С; в глубинных и придонном слоях температура воды была на 0.5-1.5 °С выше. В эти теплые годы скопления рачков сосредотачивались в холодных глубинных водных массах арктического (2002 г.) и баренцево-морского (2005 г.) происхождения. Соответственно, в первом случае наиболее высокие концентрации *M. longa* (300-600 экз./м³) наблюдались в диапазоне температур минус 1-2 °С, а во втором они были ниже (200-600 экз./м³) и отмечались при температуре минус 1 °С. В оба этих года популяция *M. longa* была представлена науплиями, младшими и старшими копеподами. Максимальные биомассы (до 40-50 мг/м³), отмеченные в 2002 г., в основном формировались за счет старших копеподитов и самок *M. longa*. В 2005 г. за счет разновозрастной структуры скоплений величины биомасс были ниже и не превышали 28-32 мг/м³.

В типично арктическом водоеме – Белом море - оптимальная температура обитания *M. longa* лежит в диапазоне от минус 0.59 до 3.21 °С (в среднем, 1.59 °С) (Зубаха, Усов, 2004; Прыгункова, 1974). Размножение *M. longa* здесь также чаще всего происходит в нижних слоях воды (Прыгункова, 1974). Науплии и молодь (C1-II) встречаются, практически, круглогодично, и рачки C1 стадии в обилии отмечаются в октябре (Прыгункова, 1974).

Исходя из приведенных выше сведений, цель настоящей работы заключалась в выявлении особенностей распределения, численности и структуры *M. longa* в зависимости от температурных условий в Баренцевом море в 2010 г., а также сравнительном анализе влияния динамики морского льда на популяционные характеристики этого вида в 2002, 2005 и 2010 гг.

Материал и методика

Анализ численности и распределения *M. longa* был основан на результатах обработки 80 проб мезозoopланктона, собранных в экосистемной съемке Баренцева моря в августе-сентябре 2002, 2005 и 2010 гг. на научно-исследовательских судах ПИНРО (Россия) и БИМИ (Норвегия). Планктон собирался сетью Джели с диаметром входного отверстия 37 см с капроновым ситом № 38 (размер ячеек 180 мкм) в слое дно-0 м. Биомасса *M. longa* определена на основе подсчета численности организмов разных стадий (экз./м³) и их средней массы (Богоров, 1938) и выражена в мг/м³.

Для оценки степени влияния абиотических параметров на распределение и развитие планктонных организмов были использованы данные о температурных условиях в Баренцевом море в 2010 г. и динамике кромки льда (2002, 2005 и 2010 гг.), любезно предоставленные В.Д. Бойцовым (лаборатория промысловой океанографии ПИНРО).

Результаты и обсуждение

Специфика океанографических условий в Баренцевом море в августе-сентябре 2010 г. заключалась в неравномерном вертикальном распределении температуры воды. На участке между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа к северу от 79° с. ш. верхний слой занимали воды с отрицательной температурой (доминус 1-2°C), и на большей части его акватории температура была ниже нормы. В слое пикноклина и ниже его в августе-сентябре наблюдался повышенный относительно нормы тепловой фон. Так, на глубине 50 м на большей части моря положительные аномалии температуры воды составляли 0.5-1.5°C, хотя на северо-востоке Баренцева моря аномалия температуры воды не превышала 1.5°C. В слое 100-200 м на акватории к северу от 76° с. ш. температура воды, в целом, была на 0.5-0.1°C выше средне-годовых значений, лишь на северо-востоке (к западу от о-ва Северный архипелаг

Новая Земля) она была низкой (минус 1.8 °С). По температуре воды придонного слоя северную акваторию Баренцева моря можно разделить на две части: на западе она имела, в основном, положительные значения, а на востоке отрицательные (0-минус 2°С).

В 2002 г., когда ледовая кромка в июле располагалась на 78-81° с.ш. (севернее своего среднемноголетнего положения), но уже в августе по сравнению с таковым на большей площади моря занимала более южное положение (рис. 1), численность *M. longana* на севере центральной и особенно восточной части в сентябре по сравнению с другими годами была наиболее высокой (рис.2).

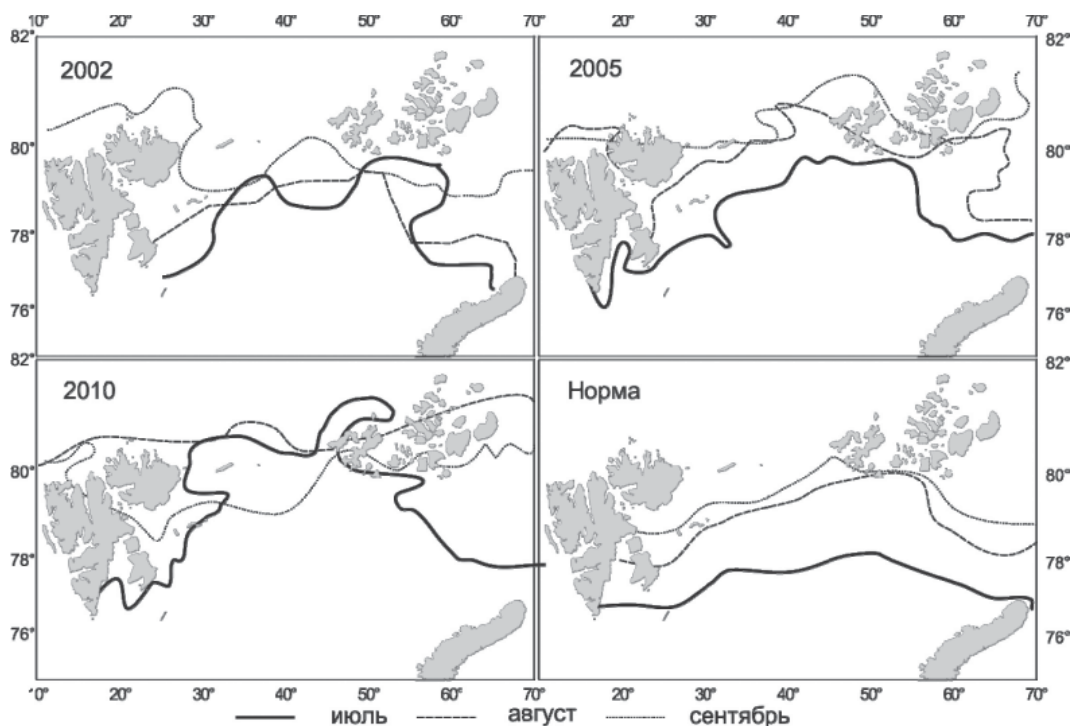


Рис.1. Фактическое и среднемноголетнее положение кромки льда в июле-сентябре 2002, 2005 и 2010 гг.

В июле 2005 г. в Баренцевом море наиболее значительное смещение кромка льда в северном направлении (100-120 миль) произошло в центральном районе, а на западе и востоке положение кромки льда было близким к норме. Соответственно, численность *M. longana* была ниже, чем в 2002 г., распределяясь, в основном, до 76° с.ш. (см. рис.2).

В июле 2010 г. льда в Баренцевом море не было только на севере его центральной части. Через месяц все море было свободно ото льда, но восточнее меридиана 45° в.д. лед отсутствовал только в сентябре (см. рис.1). Специфика смещения кромки льда обусловила характер распределения *M. longana* и ее преимущественное распределение в центральной части моря, где плотные скопления в придонных слоях чередовались с низкими (см. рис.2). Несмотря на смешанный характер скоплений *M. longana*, была выявлена довольно четкая возрастная дифференциация в широтном распределении рачков, связанная с их развитием.

В центре моря (Возвышенность Персея) на более южных станциях (74-78° с.ш.) в первой половине сентября при слабом цветении фитопланктона в популяции вместе со старшими особями (IV-V стадия, самки, реже самцы) встречалось много молодежи I-III стадии, но яиц и науплий *Metridia* было мало. По мере продвижения на север, где состояние фитоценоза во второй половине сентября характеризовалось бурным развитием диатомовых водорослей рода *Chaetoceros*, количество молодежи и науплий возрастало. При этом значительная часть молодых особей распределялась, преимущественно, в разных горизонтах воды, включая верхний слой 0-50 м. На широте 78°45' с.ш., где продолжалось цветение *Chaetoceros*, встречаемость яиц и науплий во всех слоях увеличилась, также сохранялось доминирование молодежи, но ее распределение, в основном, было приурочено к придонному слою.

В районе Земля Франца-Иосифа в этот же временной отрезок, при бурном развитии *Chaetoceros* spp. наряду с *Phaeocystis pouchetii* на акватории от 79 до 81° с.ш., наблюдалось преобладание молодежи *Metridia* I-III стадии над старшими особями при их соотношении 2:1, и только в западной части этого района их соотношение было обратным. В верхних и средних слоях моря нахождение рачков, практически, не наблюдалось и было зафиксировано лишь на самых северных акваториях.

В районе Новоземельской банки картина была иной. На 76-77° с.ш., где периодически отмечались вспышки в развитии перидиниевых водорослей рода *Certium* и слабое развитие *Chaetoceros*, популяция *M. longa* была более зрелой, в ней в больших количествах наряду с молодью встречались особи IV-V стадии, реже самки и самцы; яйца и науплии *Metridia*, практически, отсутствовали. Вертикальное распределение рачков было близким к таковому на Возвышенности Персея, при этом наряду с молодью в темное время суток значительная часть особей старших стадий также распределялась в разных слоях воды, что, вероятно, было связано с их питанием. На самых северных акваториях этого района концентрации *M. longa* были ниже (см. рис.2), в ее популяции увеличилось количество науплий. В характере распределения про-

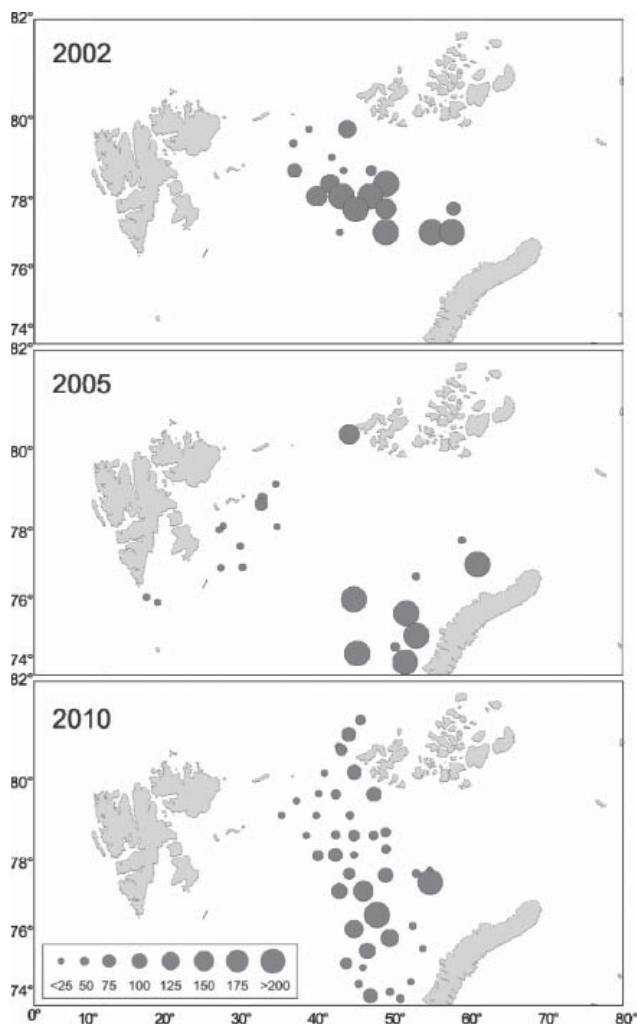


Рис.2. Распределение *M. longa* в слое 0-дно в Баренцевом море в августе-сентябре 2002, 2005 и 2010 гг. (экз./м³)

изошли изменения, подобные таковым на Возвышенности Персея, когда рачки всех возрастов концентрировались в придонном слое.

Различия в возрастной структуре *M. longa* обусловили неодинаковые величины ее биомасс. В целом, в 2010 г. они были довольно высокими – более 20-25 мг/м³ (максимально – до 40-60 мг/м³) и, в основном, формировались за счет старших копепоидитных стадий и взрослых особей (рис.3). В наибольшей степени формирование повышенных биомасс было характерным для акваторий центральных и восточных районов (Возвышенность Персея, Новоземельская банка) до 78° с.ш., где при раннем и стремительном освобождении ото льда (в июле) значительная часть особей в сентябре достигла старших копепоидитных стадий. В то же время ввиду присутствия рачков ранних стадий, отмечаемого, преимущественно, севернее этой широты, биомассы на большинстве станций не превышали 5-10 мг/м³.

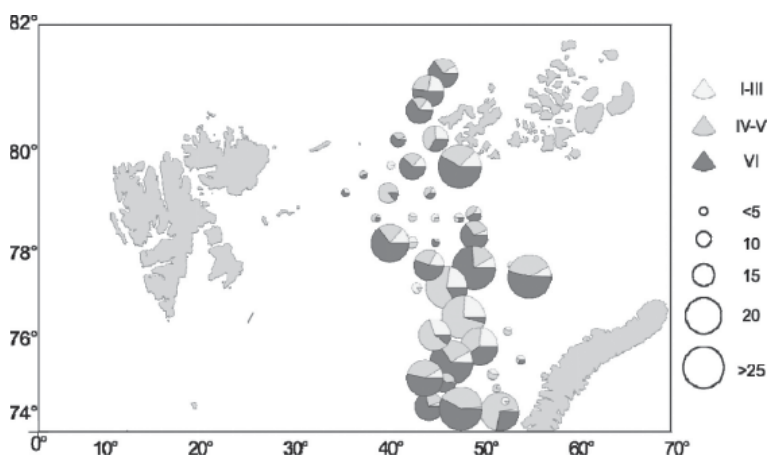


Рис.3. Биомасса *M. longa* в слое 0-дно в Баренцевом море в сентябре 2010 г. (мг/м³)

Заключение

Полученные в процессе исследования результаты позволили ответить на некоторые из поставленных нами вопросов.

Анализ собственных и литературных данных о температурных границах обитания *M. longa* на разных этапах ее биологического цикла (зимовка, размножение, питание) в центральной и восточной части Баренцева моря показал, что независимо от тепловых условий отдельных лет эти процессы проходили в диапазоне температур от минус 2 до плюс 2 °С, хотя небольшая часть рачков распределялась за пределами этих значений.

Формирование численности и величин биомасс *M. longa* в центре и на востоке моря напрямую связано с темпами разрушения льда, обуславливающими площади с благоприятными условиями размножения и питания рачков этого вида.

В сентябре в популяции *M. longa* встречаются особи всех стадий развития – яйца, науплии, ранняя молодь, копепоидиты старших стадий и взрослые особи (самки и самцы). Это свидетельствует о растянутом периоде ее размножения, что свойственно большинству арктических представителей зоопланктона.

На северных акваториях, в периоды интенсивного развития фитопланктона, наблюдается распределение *M. longa* разного возраста в разных горизонтах воды, связанное с высокой обеспеченностью пищей. Предположительно, ее молодь в это время питается фитопланктоном, а старшие особи – копеподами.

Л и т е р а т у р а

Богоров В.Г. Суточное вертикальное распределение планктона в полярных условиях (в юго-восточной части Баренцева моря) // Тр. ПИНРО. 1938. Вып. 2. С. 93–107.

Габова О.В. Некоторые особенности биологии и структуры популяции *Mertridia longa* (Lubbock) в центральной и северо-восточной части Баренцева моря // Наука и образование 2007. Материалы межд. науч. тех. конф. Мурманск: МГТУ, 2007. С. 606–611. Режим доступа: http://www.mstu.edu.ru/science/conferences/nio_2007/conference.pdf

Зубаха М.А., Усов Н.В. Температурные оптимумы массовых видов зоопланктона Белого моря // Биология моря. 2004. Т. 30, № 5. С. 347–351.

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

Прыгункова Р.В. Некоторые особенности сезонного развития зоопланктона губы Чупа Белого моря // Исследование фауны морей. 1974. Т. 13 (21). С. 4–55.

Пуцаева Т.Я. Суточная динамика питания и пищевые взаимоотношения мойвы и сеголеток трески осенью 1990 г. // Экологические проблемы Баренцева моря: Сб. науч. тр. / ПИНРО. Мурманск, 1992. С. 200–224.

Фомин О.К. Зоопланктон: качественный состав, сезонные изменения // Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, 1985. С. 128–144.

Шулдал Х.Р., Хассель А., Рей Ф., Луенг Х. Весеннее развитие фитопланктона и воспроизводство зоопланктона в центральной части Баренцева моря в период 1979–1984 гг. Влияние океанологических условий на распределение и динамику популяций промысловых рыб Баренцева моря: Сб. докл. III сов.-норв. симп. Мурманск, 1987. С. 71–111.

Юрко О.Д. Влияние темпа отступления ледовой кромки на распределение *Metridia longa* Lubbock в августе в 1989 и 1992 гг. в центральной широтной зоне Баренцева моря // Материалы Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 90-летию К.Г. Константинова. Мурманск: ПИНРО, 2008. С. 174–180.

Яшнов В.А. Планктическая продуктивность северных морей СССР. М., 1940. 84 с.

Grainger E.H. The animal oceanographic cycle at Igloolik in the Canadian // Fishery Research. 1959. Т. 16, № 4. P. 453–501.

Orlova E.L., Boitsov V.D., Nesterova V.N. The influence of hydrographic conditions on the structure and functioning of the trophic complex plankton – pelagic fishes – cod. Murmansk: Murmansk Print. Comp. 2010. 190 p.

Orlova E.L., Guzenko V.V., Dalpadado P., Knutsen T., Nesterova V.N., Yurko O.D. Climate variations and the state of zooplankton in the Barents Sea // Long-term bilateral Russian-Norwegian scientific co-operation as a basis for sustainable management of living marine resources in the Barents Sea: Proc. of the 12th Russian-Norwegian Symp. (Tromsø, 21–22 August 2007). IMR/PINRO Joint Report Series, 2007(5), 212 pp.

РЕАКЦИЯ КРАБА *PARALITHODES CAMTCHATICUS* БАРЕНЦЕВА МОРЯ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

А.В. Емелина

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Существует ряд факторов внешней среды, для восприятия которых природа не предусмотрела специальных рецепторов. Наиболее важным из этих факторов является геомагнитное поле. Обладая «магнорецепторами» животные могли бы их использовать для целей компасной ориентации в магнитном поле Земли. Поэтому долгое время многие исследователи самыми разными методами среди разных групп животных и у человека пытались обнаружить способность воспринимать геомагнитное поле. Однако эти работы отличает отсутствие оправданных предположений в отношении механизмов действия магнитного поля на животных. С открытием электрорецепции у некоторых видов рыб возможность восприятия магнитного поля электрочувствительными животными была доказана строгими методами сенсорной физиологии. Треска, крабы и мидии не имеют электрорецепторов, хотя в процессе эволюции и жизнедеятельности они подвергались и подвергаются воздействию вариаций магнитного поля Земли. В связи с этим могла возникнуть генетически закреплённая реакция на эти воздействия. Поэтому, целью нашей работы было оценить возможность восприятия этими животными магнитного поля и его вариаций в различных частотных диапазонах. Кроме того, следовало выяснить, обладает ли магнитное поле специфическим действием или влияет на организм посредством индуцированного электрического поля.

С помощью специальной экспериментальной установки исследовалась двигательная активность краба при действии на животных магнитного поля. Установка содержала кинематический блок, преобразователь в модулированное напряжение постоянного тока, аналого-цифровой преобразователь и регистратор на основе персонального компьютера. Дискретность измерений варьировалась в широких пределах, что позволяло изучать особенности ритмики животных в различных частотных диапазонах. Магнитное поле в экспериментальном аквариуме создавали с помощью колец Гельмгольца и генератора синусоидальных колебаний Г 3-16. Для оценки магнитных возмущений использовалась амплитуда возмущений в единицах магнитной индукции (нТл). Электростимуляцию животных осуществляли через пару пластин из нержавеющей стали, которые соединяли с источником постоянного или переменного тока.

Зарегистрирована реакция камчатских крабов на действие магнитного поля интенсивностью 10^4 нТл в частотном диапазоне 0.1 – 2 Гц (рис.1). С возрастанием частоты магнитной стимуляции животные постепенно увеличивали свою двигательную активность. Наибольшая реакция отмечалась в области 0.2 – 1 Гц. Следует отметить, что именно здесь находится оптимальный частотный диапазон сердечной деятельности крабов. При повышении частоты стимуляции с 2 до 8 Гц двигательная активность заметно угнетается. Особенно это отчетливо наблюдается на фоне высокой активности животных. Латентные периоды реакций варьируют в широких пределах от 3 до 20 с. Причём на быстрый повторный стимул реакции, практически, нет или она существенно ослаблена. Поэтому приходилось делать значительные паузы (до 30 мин.) между стимулами. Расчеты спектральной плотности биоритмов активности (рис.2) демонстрируют на низких частотах (0.1 – 1 Гц) возрастание плотности при воздействии (ряд 1) по сравнению со средними значениями плотности 1-го фона (до воздействия, ряд 2) и 2-го фона (после воздействия, ряд 3).

В приведенном примере даны результаты расчетов для условий воздействия частотой 0.2 Гц. Проверка биоритмики на детерминированное или хаотичное поведение осуществлялась путем расчетов фрактальной размерности через коэффициент Херста по классической методике. Практически, на всех участках экспериментов (оба фона и воздействие) поведение крабов было детерминированным (коэффициент Херста выше 0.5).

Для электростимуляции крабов применяли те же частоты, что и для магнитных стимулов. Расчеты и непосредственные измерения показали, что величина индуцированного электрического поля составляла менее 1 мкВ/см, а это область электрического чувства животных, которым крабы не обладают. С возрастанием частоты интенсивность электрических стимулов задавалась пропорциональной частоте. Однако, достоверной реакции крабов на действие поля не было установлено. Важно отметить, что индуцированное электрическое поле возникает как в окружающей морской воде, так и в теле животного, тогда как в случае электростимуляции поле может изолироваться хитиновым панцирем и не проникать в тело краба.

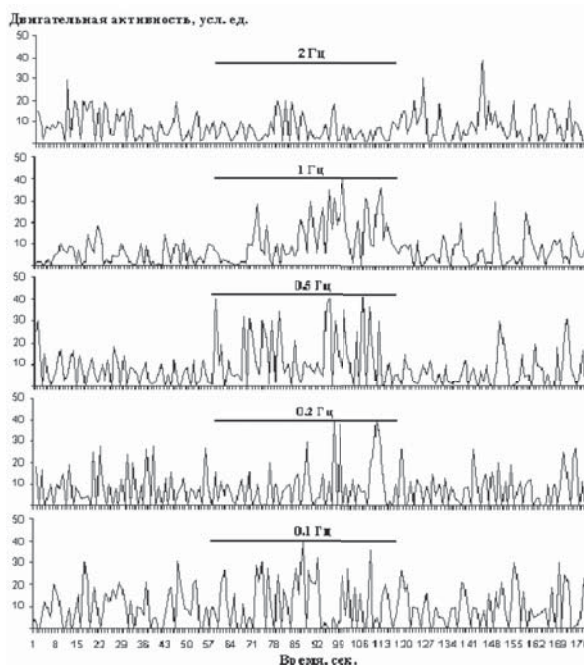


Рис. 1. Реакция краба на действие электромагнитного поля интенсивностью 1000 нТл. Прямая вверху каждого фрагмента – отметка стимула указанной частоты.

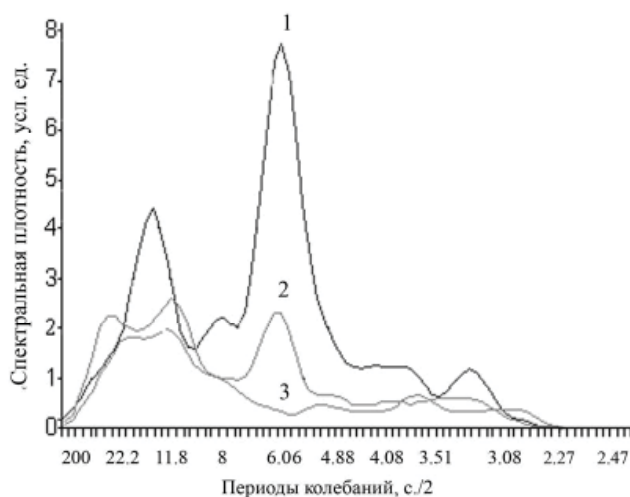


Рис. 2. Функции спектральной плотности биоритмов двигательной активности 1-го и 2-го фонов (кривые 2 и 3) и при воздействии (кривая 1)

Чтобы доказать непосредственное влияние магнитного поля на животное нужно исключить влияние на организм индукционного электрического поля. Поэтому, опыты следует проводить на неподвижном животном, например, на прикрепленной к грунту мидии, и применять в качестве стимула постоянное магнитное поле.

Моделирование геомагнитной бури в аквариуме (частота поля составляла 8 Гц, интенсивность 103 нТл) показало, что двигательная активность крабов с началом бури резко снижается и сохраняется в течение всего времени воздействия, причем уровень снижения зависит от интенсивности стимула (рис. 3).

Сходные результаты были получены и для трески. Известно, что геомагнитные бури угнетают пищевую и двигательную активность рыб. Кроме того, имеются данные о влиянии электромагнитных полей крайне низких частот на поведение ближайших родственников крабов – эвригалинных длиннопалых раков. Здесь установлен максимум чувствительности животных к электромагнитным полям с частотами 7-8 Гц и выявлено отпугивающее влияние этих частот (уход из зоны действия поля). Полученные данные важны в экологическом аспекте, поскольку крайне низкие частоты формируются геомагнитными вариациями и при техногенной человеческой деятельности.

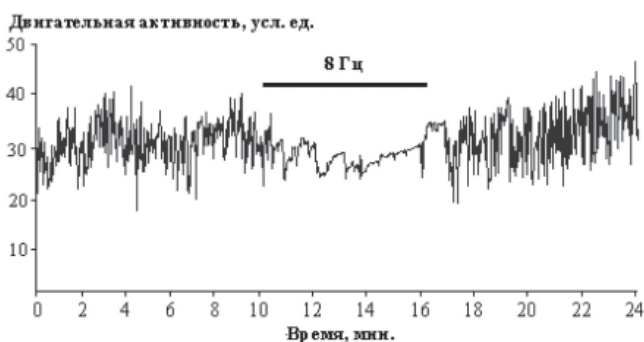


Рис. 3. Реакция краба на смоделированную магнитную бурю интенсивностью 1000 нТл (отметка стимула - вверху записи)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗОВЫХ ПРОДУКТОВ ДЗЗ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОСИСТЕМНОГО МОНИТОРИНГА АКВАТОРИЙ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

К.С. Емельянов, Ю.В. Федоркова¹, Е.А. Морозов², Калинин О.П.³, Клепиковский Р.Н.⁴, Петрова М.Н.⁵

¹ Научный центр оперативного мониторинга Земли ОАО «Российские космические системы», г. Москва, Россия, e-mail: fedorkova@ntsomz.ru

² Научный фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена», г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: evgeny@niersc.spb.ru

³ Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН, г. Мурманск, Россия, e-mail: kalinka@mmbi.info

⁴ Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия, e-mail: rom@pinro.ru

⁵ Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Мурманск, Россия, e-mail: ocean@kolgimet.ru

В настоящее время трудно переоценить значение космической информации в области гидрометеорологических исследований и оперативной деятельности. Спутниковые измерения предоставляют возможность осуществлять долговременные квазинепрерывные наблюдения, охватывающие весь Мировой океан. Для России съемка акваторий арктических морей представляет особую важность ввиду сложившихся природно-климатических особенностей.

С целью своевременного предоставления данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в ведомственные системы мониторинга морей необходимо комплексное использование геоинформационных сервисов операторов космических средств ДЗЗ. К их числу относится новый сервис российского Оператора (НЦОМЗ ОАО «Российские космические системы») – Банк базовых продуктов ДЗЗ межведомственного использования, создание которого осуществляется в 2011 – 2013 годах в рамках реализации Федеральной космической программы России. Уже в ближайшей перспективе (ввод Банка в действие запланирован на начало 2014 года) Оператор обеспечит потоковое создание, хранение и предоставление потребителям базовых продуктов ДЗЗ на основе российских и зарубежных спутниковых данных. Доступ к Банку будет организован через информационный портал в Интернете.

Одним из направлений целевого использования базовых продуктов ДЗЗ является экологический мониторинг состояния морских вод. К настоящему времени совместно с Фондом «Нансен-Центр» реализованы технологии создания на основе российских данных КМСС/Метеор-М и зарубежных – MODIS/Terra, получаемых в оптическом диапазоне спектра, следующих видов продуктов:

- нормализованные значения яркости восходящего излучения водной поверхности в каналах видимого диапазона,
- концентрации минеральной взвеси,
- концентрация хлорофилла-*a*,
- индекс мутности (по глубине видимости диска Секки),
- картированные распределения ареала цветения кокколитофоров и др.

В рамках гидрометеорологического обслуживания народнохозяйственной деятельности, использование Банка базовых продуктов ДЗЗ позволит повысить оперативность и качество информации о ледовой обстановке на акватории арктических морей. Для прогноза такого опасного явления как обледенение судов, необходимо знать несколько гидрометеорологических параметров, одним из которых является температура воды на поверхности моря. Достоверные и оперативные данные позволят не только повысить оправдываемость прогноза, но и сократят количество рабочего времени, затраченного на подготовку информации.

Пример картированных спутниковых изображений с пространственным распределением концентраций хлорофилла-*a* и общей взвеси представлен на рисунке.

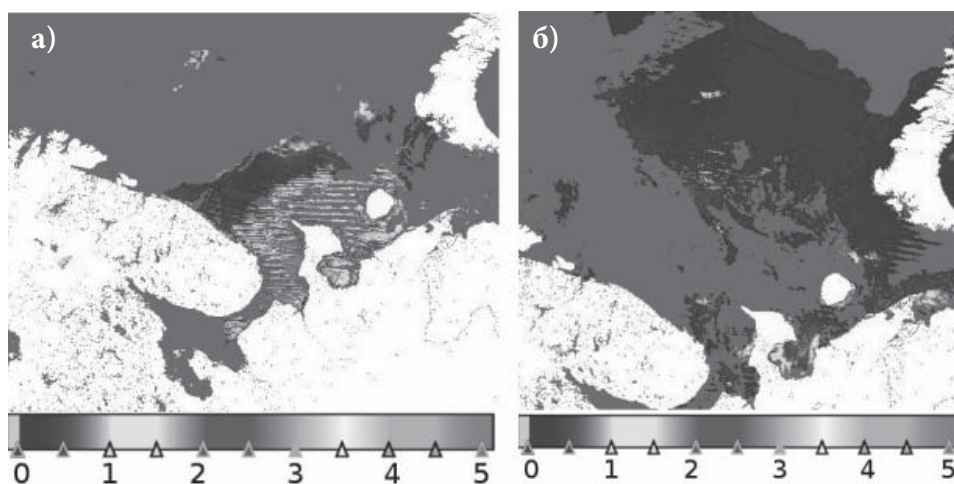


Рис. Пространственное распределение а) концентрации хлорофилла-*a* (в мкг/л) 03 сентября 2012 г. и б) минеральной взвеси (в мг/л) 11 августа 2012 г. в Баренцевом море. Данные MODIS Terra

Немаловажным фактором успешного использования таких геоинформационных ресурсов, как базовые продукты ДЗЗ, в исследовательской и оперативной деятельности Росгидромета, Росрыболовства, РАН и др. ведомств является проведение верификации (валидации) продуктов на основе данных наземных измерений.

В течение 2013 г. проводятся совместные работы НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы», Фонда «Нансен-Центр», ФГБУН «ММБИ КНЦ РАН», ФГУП «ПИНРО» и ФГБУ «Мурманское УГМС» в форме «пилотных» проектов, направленных на отработку технологий верификации указанных видов базовых продуктов и усовершенствование алгоритмов их автоматического создания применительно к северным морям. В результате выполнения «пилотных» проектов предполагается организовать регламентированное информационно-техническое взаимодействие Банка с ведомственными системами мониторинга на основе средств Интернета. Начиная с 2014 г, поступление продуктов в базы данных ведомственных и региональных систем мониторинга будет осуществляться в режиме абонентского обслуживания в реальном времени, что позволит существенно повысить оперативность использования российских космических ресурсов для мониторинга акваторий арктических морей.

Дальнейшее развитие технологий создания базовых продуктов ДЗЗ неразрывно связано с расширением российской орбитальной группировки ДЗЗ, в частности, с появлением возможности гиперспектральной и радиолокационной съемки, что позволит не только увеличить объем доступных геоинформационных ресурсов, но и расширить их номенклатуру в обеспечение решения «узких» задач мониторинга.

ЛЕЧЕНИЕ ЩЕНКОВ ГРЕНЛАНДСКОГО ТЮЛЕНЯ В УСЛОВИЯХ БИОТЕХНИЧЕСКОГО АКВАКОМПЛЕКСА ММБИ

С.Д. Ермилов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: ermiloff1983@mail.ru

Особую перспективу в освоении океана и северных морей представляет использование тех млекопитающих, которые специально обучены выполнению команд человека. В вольерах экспериментальных полигонов на побережье Баренцева моря специалисты более 25 лет изучают и обучают представителей многих видов морских млекопитающих (Матишов, 2011). Одной из проблем было и остается поддержание здоровья животных. В Мурманском морском биологическом институте за много лет накоплен опыт по ветеринарному обслуживанию, профилактике, диагностике и лечению заболеваний. Вместе с тем, морские млекопитающие, по сравнению со многими другими животными, являются менее изученными в этом плане. Не воссоздана полная картина их физиологии, питания, метаболизма, иммунитета, специфических заболеваний. В связи с водным образом жизни трудоемко проводить комплексную оценку здоровья. Особо подвержены различным заболеваниям животные, содержащиеся не в условиях океанариума, а при открытом вольерном содержании. В естественных природных условиях тюлени обитают в холодных северных водах, микробная и антропогенная загрязненность которых относительно низкая. При содержании же животных в вольерах, в прибрежной полосе антропогенный пресс очень силен. Сточные воды, промышленные выбросы сильно ослабляют иммунитет животных (Экспериментальные исследования..., 2007). В данной статье приводится опыт лечения двух щенков гренландского тюленя, закончившегося в первом случае гибелью, во втором – полным выздоровлением животного.

Два щенка гренландского тюленя по кличке Ринг и Титан были отловлены в горле Белого моря в марте 2012 года. Данные животные были одни из наиболее здоровых, Титан, кроме того, был наиболее крупным, до осени 2012 года не было отмечено ни одного случая ухудшения здоровья данных тюленей. Пищевая мотивация животных не снижалась.

11 сентября было отмечено загрязнение вольеров и прилегающей акватории нефтепродуктами. На поверхности просматривалась маслянистая пленка, ощущался отчетливый запах. Давно отмечено, что при подобных загрязнениях иммунитет тюленей резко снижается, обостряются хронические заболевания и клинически проявляются те болезни, которые ранее протекали латентно (Moore, Dwyer, 1974). Через сутки степень загрязнения увеличилась: специфический запах усилился, в вольерах плавали сгустки мазута. Попытки очистить вольеры от загрязнения не увенчались успехом.

Через двое суток во время утренней тренировки тюлень Ринг съел несколько кусочков рыбы и ушел в воду, после чего была отмечена рвота, и животное на тренера не реагировало, аппетит полностью пропал. В течение дня предпринимались попытки покормить животное, но тюлень на команды тренера и предложенную рыбу не реагировал.

Следует отметить, что в это же время (13-15 сентября) было отмечено резкое снижение аппетита еще у двух щенков гренландского тюленя по кличкам Плюс и Тефтель. Животные не реагировали на команды тренера, отмечалась рвота после принятия небольшого количества пищи, понос. С заболевшими тюленями был проведен курс антибиотикотерапии. Через пять дней состояние Плюса и Тефтеля полностью нормализовалось, состояние же Ринга не улучшилось, 14 сентября тюлень был пересажен в иммобилизационный ящик. В ящике тюлень вел себя активно (скребся о днище, менял местоположение). От корма отказывался полностью.

На основании клинических признаков (резкая потеря аппетита, рвота и понос у двух других щенков) был поставлен предположительный диагноз – острый гастрит.

Желудочно-кишечные заболевания гренландских тюленей являются наиболее частой патологией животных, содержащихся в неволе, кормление недоброкачественной или недостаточно размороженной рыбой, загрязнение среды обитания (что видимо и явилось причиной заболевания), даже изменение погоды может ослабить иммунитет и вызвать заболевание. Происходит нарушение моторной и секреторной функций желудка и кишечника, снижается барьерная функция, нарастает общая интоксикация, что может привести к гибели животного (Ерохина, 1994; Мишин, Степахно, 1997).

Было решено выдержать животное на голодной диете с проведением курса введения антибиотиков, поскольку заболевание могло иметь инфекционное происхождение, а также для профилактики вторичных инфекций. Принудительно был дан ампициллина тригидрат (1 таблетка 0.25 г) перорально.

15-16 сентября животное содержалось в клетке. Изменений в поведении не выявлено. Полный отказ от корма продолжался. Утром и вечером принудительно вводили по 1 таблетке ампициллина тригидрата (0.25г) перорально. Также вводили 1 капсулу токоферола ацетата и 1 таблетку «Нейромультивита».

17 сентября был сделан внутримышечно укол антибиотика пролонгированного действия (бициллин-5, 600000 ЕД). В дальнейшем была проведена антибиотикотерапия 5% раствором препарата Байтрил, (по 1 мл на 10 кг массы тела), внутримышечно ежедневно. Также для поддержания нервной деятельности животному проводились инъекции сульфокамфокаина, принудительно давали витамины, через зонд в желудок для профилактики обезвоживания вводили физраствор. Давали по 200 г рыбы принудительно. Через неделю у щенка тюленя появился слабый аппетит, в день он самостоятельно съедал по 200 г рыбы.

26 сентября животное было пересажено в морской вольер. Через несколько часов было отмечено резкое угнетение, полная потеря аппетита, «зависание» животного в воде. Тюлень был снова пересажен в клетку. Животное слабо реагировало на окружающих, лежало на животе, опустив голову, не двигалось, отмечалась одышка, резкая оборонительная реакция при попытке погладить животное. Смерть зафиксирована 26 сентября в 23-00.

27 сентября труп животного, а также пробы фекалий, взятые ранее, до смерти тюленя, были отправлены в Мурманскую областную ветеринарную лабораторию. В результате проведенных исследований были исключены: сальмонеллез, колибактериоз, лептоспироз, заражение гельминтами. При вскрытии был выявлен острый катаральный гастрит, а также застой и непроходимость желудка, вызванная неперевавшими мидиями.

На основании этого был сделан вывод, что у трех щенков гренландского тюленя развился острый катаральный гастрит, который возможно был спровоцирован выбросом нефтепродуктов, вызвавшим снижение иммунитета. У павшего животного болезнь перешла в хроническую форму с периодами ремиссии. За сутки до гибели тюлень наелся мидий, которыми оброс садок, что, с одной стороны, спровоцировало обострение гастрита, поскольку острая трудноперевариваемая пища сама по себе уже может вызвать данное заболевание, с другой, привела к застою и непроходимости желудка, моторика и секреция которого были нарушены вследствие гастрита. В дальнейшем застой желудка привел к интоксикации организма и смерти. Очевидно, что животное слишком рано было отсажено из клетки в воду.

10 ноября вечером была отмечена полная потеря аппетита у животного по кличке Титан. Причины возникновения заболевания в этот раз установить не удалось. Животное не выходило на помост, не захватывало рыбу, брошенную в воду, двигательная активность же не снижалась и не изменялась. В течение следующих нескольких дней тюлень изредка хватал рыбу, брошенную в воду, затем аппетит полностью пропал, 16 ноября Титан был пересажен в клетку, отмечалась сильная жажда, тюлень активно ел снег, брошенный в клетку, на рыбу не реагировал. Было решено провести курс антибиотикотерапии (Байтрил, внутримышечно), а также 2 раза в сутки вводить животному через зонд в желудок физраствор, во-первых, с целью профилактики обезвоживания, во-вторых, с целью усилить тем самым моторику желудка. Через несколько часов после введения физраствора у животного была отмечена рвота. Вышло большое количество неперевавших водорослей и мидий, которые тюлень очевидно поедал с садка в последние несколько дней после отказа от рыбокорма. Для того, чтобы очистить кишечник от мидий, было решено дать животному слабительное (масло касторовое, одна чайная ложка на 200 мл физраствора). Через шесть часов был отмечен понос с большой примесью неперевавших мидий. На следующий день состояние животного резко ухудшилось, было отмечено сильное угнетение, начались судороги. Метод лечения (физраствор, антибиотики) не меняли. Затем состояние животного улучшилось, 19 ноября появился слабый аппетит. На этот раз тюленя не стали отсаживать в садок сразу. В течение еще пяти дней животное находилось в клетке. Кормление осуществлялось часто и небольшими порциями мягкой пищей (рыбное филе). Антибиотикотерапию проводили вплоть до 24 числа, когда тюлень был пересажен в садок, установленный недавно и не обросший еще мидиями. В воде тюлень плавал очень вяло, но это было не так называемое «зависание» животного, которое бывает в случае угнетения центральной нервной системы. Все движения были правильными, но крайне медленными. Отмечался очень сильный аппетит, Титан выходил на помост с большим трудом с нескольких попыток. Очевидно, что за время нахождения в клетке он очень ослаб. На второй день после отсадки в вольер тюлень вышел на помост, но после проглатывания двух кусков рыбы, резко отказался от приема пищи и ушел в воду, не выходил на помост до вечера, вечером же наблюдался нормальный

прием пищи. Подобный симптом (резкое прекращение приема пищи, уход в воду) и ранее наблюдался у животных с заболеваниями желудка, очевидно, что и в этом случае болезнь у животного прошла еще не полностью к моменту пересадки в садок. В течение следующих двух недель пищевая мотивация постепенно снижалась до прежнего уровня, физические силы животного полностью восстановились, животное легко выполняло команды тренера. Рецидива болезни не наблюдалось.

Таким образом, по результатам клинических наблюдений проведенного лечения и исхода болезней можно сделать следующие выводы:

- в условиях вольерного содержания тюленей желудочно-кишечные заболевания являются не только наиболее распространенными, но и наиболее опасными. В первую очередь, это касается молодняка, у которого катаральный гастрит, являясь сам по себе заболеванием средней тяжести, может легко привести к гибели;
- лечение необходимо продолжать еще некоторое время после исчезновения клинических признаков, поскольку гастрит может перейти в резистентную форму с последующим обострением.

Л и т е р а т у р а

Ерохина И.А. Проблемы кормления тюленей в условиях океанариума: Справочное информационное пособие. Апатиты, 1994. 48 с.

Матишов Г.Г. Перспективы освоения Мирового океана и арктических морей // Морские животные на службе человеку: Материалы научно-практического семинара. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2011. С. 5–16.

Мишин В.Л., Степахно Г.В. Руководство по содержанию тюленей в условиях океанариума. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. 56 с.

Экспериментальные исследования морских млекопитающих в условиях Кольского залива / Отв. ред. Г. Г. Матишов. Апатиты, 2007. 254 с.

Moore S.E., Dwyer R.L. Effects of oil on marine organisms: A critical assessment of published data. *Water Resources*. 1974. Vol. 8. P. 819–827.

СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ ПОВЕДЕНИЯ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ (*PUSA HISPIDA*) И ГРЕНЛАНДСКОГО ТЮЛЕНЯ (*PAGOPHILUS GROENLANDICUS*) В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ

А.И. Желудкова

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: ki-delf@mail.ru

В условиях неволи животное из естественных условий попадает в качественно новую среду. Сюда входит множество факторов (освещение, питание, изолирование от себе подобных и т.д.), которые влекут неизбежные изменения в поведении животного. В таких условиях немаловажным и актуальным является изучение этологических характеристик животного.

Поведение – это совокупность проявлений внешней, преимущественно, двигательной активности животного, направленная на установление жизненно необходимых связей организма со средой (Фабри, 2001). Анализ поведения строится на основе наблюдения

и описания (Дьюсбери, 1981). На начальных этапах изучения поведения какого-либо объекта для него составляется этограмма. Этограмма – перечень двигательных актов и фиксируемых положений тела, свойственных виду, который служит для исследователя своего рода «словарём», с помощью которого ведётся описание поведения (Попов, Ильченко, 2008). При изучении поведения животных в неволе важно также описание навязчивых двигательных стереотипов (НДС), ритмично повторяющихся циклических движений, не несущих очевидной функциональной нагрузки (Попов, Ильченко, 1985). К ним относятся и стереотипные траектории движения.

Выделяют следующие структурные уровни поведения (Панов, 1978): элементарный двигательный акт (ЭДА) – приводит к однократному изменению положения части тела или органа. Например, поворот головы, взмах крыла; 2) поза или выразительное движение – несколько ЭДА, воспроизводимых животным одновременно или в быстрой последовательности; 3) последовательность – цепь поведения, состоящая из следующих одна за другой единиц 2-го уровня; 4) ансамбль или тип активности (кормовой, исследовательский и т.п.); фазы годового цикла (миграции, размножение, спячка и т.п.).

Целью нашего исследования было выявить и описать особенности и основные элементы поведения кольчатой нерпы и гренландского тюленя при их совместном содержании в стационарном океанариуме.

В период с 18.09.2012 по 09.11.2012 г. проводились исследования поведения самки кольчатой нерпы (*Pusa hispida* Schreber, 1775) по кличке Кнопа и самца гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777) по кличке Персик. Животные были выловлены в Белом море в сентябре 2007 и 2010 гг., соответственно, в возрасте 1 год (кольчатая нерпа) и 2 месяца (гренландский тюлень). Содержатся в стационарном бассейне Мурманского океанариума, имеющем форму прямоугольного треугольника 578×460×350 см, глубиной 1.2 м. Объём бассейна составляет 6.5 м³, в одном из углов бассейна расположен пластмассовый стол-помост 238.5×80.0 см, высотой 85.0 см.

Использовался метод регистрации отдельных поведенческих проявлений «ОП» сплошного протоколирования «СП» (Попов, Ильченко, 2008). Наблюдения велись до и после выступлений (кормлений) в 11:00 ч, 15:00 ч и 17:00 ч, от 2 до 4 раз в неделю. Длительность одного наблюдения составила 21 минуту, общее время наблюдений 24 ч 13 мин. Данные взяты по 24 дням наблюдения. Для регистрации поведения и его отдельных элементов использовались видеокамера HD 170 1080 P Drift linnovation 5 MP и цифровой фотоаппарат Sony 14.1 MP.

Этограмма

Всего у кольчатой нерпы было выделено 17 элементов второго структурного уровня поведения и 4 элемента третьего структурного уровня поведения, у гренландского тюленя – 16 и 4, соответственно.

В литературных источниках имеются данные о построении этограмм сивуча (Чечина, 2010), серого (Зими́на, Мишин, 2003), гренландского (Клапатюк, Березина, 2011) и каспийского тюленей (Слатина, Близнак, 1982). В приведённых выше работах были построены этограммы на первом, втором и третьем структурных уровнях поведения. В данной работе при составлении этограмм описываются второй и третий структурные уровни поведения. Возможно расширение этограммы в результате использования первого структурного уровня поведения. Это не только сделает этограмму более полной, но и даст возможность сравнения с данными ряда работ, в том числе и вышеупомянутых.

Таким образом, в результате проведённых работ для кольчатой нерпы и гренландского тюленя были выделены позы, выразительные движения и стереотипные траектории

движения. Создание этограмм, а также описание стереотипных траекторий движения может быть использовано для установления доли структурных уровней поведения в бюджете времени животного, оценки уровня комфорта животного в условиях неволи.

Стереотипные траектории движения

В период с 20.09.2010 по 24.10.2010 г. проводились наблюдения за поведением кольчатой нерпы в условиях неволи. В ходе наблюдений были выделены четыре стереотипные траектории движения (третий структурный уровень поведения) (рис. 1. а-г).

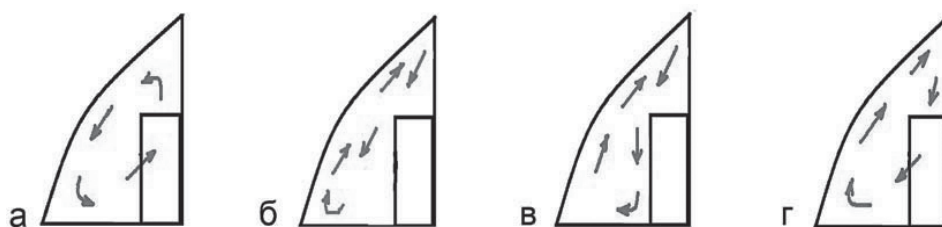


Рис. 1. Схемы стереотипных траекторий движения у кольчатой нерпы

10 октября 2010 г. к кольчатой нерпе был подсажен гренландский тюлень. В результате наблюдений за гренландским тюленем с 10.10.2010 по 24.10.2010 г. была выделена лишь одна стереотипная траектория движения (рис. 2. а.). В ноябре-начале декабря 2012 г. проводились сходные исследования, в результате которых у Кнопы по-прежнему было 4 траектории, у гренландского тюленя 1 траектория. Следует отметить, что гренландский тюлень изредка уже плавал по другим траекториям, однако выделены они не были. В исследованиях 2012 г. кольчатая нерпа также имела 4 траектории, у гренландского тюленя было выявлено ещё 3 стереотипные траектории движения (Рис. 2. б-г).

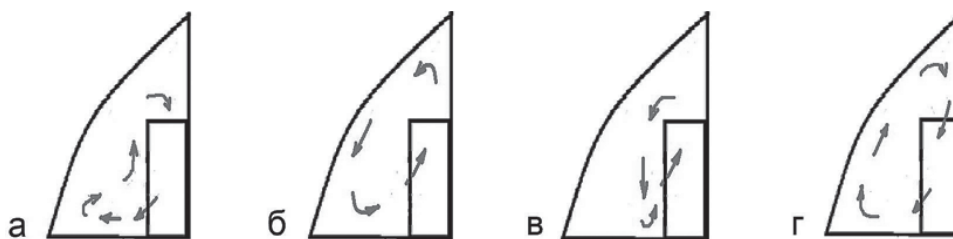


Рис. 2. Схемы стереотипных траекторий движения у гренландского тюленя

Появление новых траекторий у гренландского тюленя Персик связано с постепенным освоением территории, т.е. территориальным поведением.

Стереотипные траектории движения представляют собой ряд последовательных, циклично повторяющихся элементов поведения, которые осуществляются по всей территории местообитания, либо, по каким-либо причинам, по её определённой части. Согласно К. Лоренцу, основу видоспецифического поведения составляют инстинктивные движения или комплексы фиксированных действий (КФД), форма которых является врождённой, генетически закреплённой. Соответствующие движения настолько характерны для каждого вида, что часто они могут быть использованы как таксономические признаки подобно морфологическим особенностям (Меннинг, 1982).

В условиях неволи передвижения животных, подобные стереотипным траекториям движения, согласно С.В.Попову, О.Г. Ильченко (1985) называют навязчивыми двигательными стереотипами. НДС по характеру проявления делятся на два типа – простой эйсинг и сложные формы НДС. Данные траектории движения кольчатой нерпы и гренландского тюленя относятся к сложным формам навязчивых двигательных стереотипов. Теми же авторами отмечено, что специфические стереотипы со сложным рисунком проявляют приматы и ластоногие, причём в последнем случае это связывается с тем, что движение совершается в воде.

Встречаемость стереотипных траекторий движения

У кольчатой нерпы значительно преобладает вторая (92.17%) траектория. Третья и четвёртая занимают примерно равную долю от всех траекторий и составляют 3.49% и 3.78%, соответственно. Наименьшая встречаемость у первой траектории (0.55%).

У гренландского тюленя преобладает третья траектория (67.07%), велика также доля второй траектории (23.96%). Первая и четвёртая траектории встречаются значительно реже (4.61% и 2.36%).

Расчет среднего количества стереотипных траекторий движений тюлений (таблица) показывает, что у Кнопы преобладает второй, а у Персика – третий вариант траекторий. В среднем, количество преобладающих стереотипных траекторий движения за одно наблюдение (21 минута) у Кнопы составило 10.22 ± 0.38 , у Персика – 4.59 ± 0.30 . Возможно, траектории напрямую или косвенно могут отражать состояние кольчатой нерпы и гренландского тюленя. Как было сказано выше НДС не несут смысловой функции, однако они могут отражать внутреннее состояние животного. Было замечено увеличение встречаемости второго варианта траектории у кольчатой нерпы в течение одного наблюдения после того, как не последовало пищевого подкрепления. Очевидно, двигательная активность каким-то образом компенсирует неудовлетворённую мотивацию животного. Точного утверждения, почему преобладают именно вторая и третья стереотипные траектории движения, пока нет. Предположительно, вторая (для Кнопы) и третья (для Персика) стереотипные траектории движения более предпочтительны вследствие наименьшего количества препятствий при плавании по этим траекториям.

Т а б л и ц а

Среднее количество стереотипных траекторий движения кольчатой нерпы и гренландского тюленя в течение всего периода наблюдений

Особь	n	I траектория		II траектория		III траектория		IV траектория	
		min-max	M±m	min-max	M±m	min-max	M±m	min-max	M±m
Кнопа	48	0-2	0.33 ±0.52	0-105	58.78±5.20	0-12	3.17 ± 0.42	0-11	2.73 ±0.31
Персик	48	0-32	1.92± 1.11	0-80	10.79±2.49	0-124	29.13±3.42	0-7	1.02 ±0.22

Второй и третий структурные уровни поведения в бюджете времени исследуемых животных

В результате проведённого анализа установлено, что в бюджете времени Кнопы и Персика преобладает второй структурный уровень поведения (75.37% и 86.72%), к которому относятся позы и выразительные движения. Третий структурный уровень поведения, к которому относятся стереотипные траектории движения, занимает меньше времени (24.36% Кнопа и 13.28% Персик).

Траектории показывают уровень стереотипного поведения животных, содержащихся в условиях неволи. Стереотипное поведение считается признаком угнетённого состояния животного, содержащегося в неволе. Адекватность ориентирования своей активности животным характеризует понятие оптимального уровня стресса (Попов, 2011). Оптимизация уровня стресса – это процесс поддержания динамического равновесия, которое в зависимости от характера отклонений от оптимума может достигаться как понижением, так и повышением уровня стресса (Попов, 2011). Существует два способа, которыми животное может повлиять на степень неопределённости внешней среды, чтобы оптимизировать уровень стресса. Это «внутренний регулятор» – неопределённость среды меняется за счёт изменения поведения самого животного, изменяется чувствительность к внешней стимуляции – животное не может выбирать раздражители, но может изменять отношение к ним. И «внешний регулятор» – неопределённость среды меняется за счёт объективных изменений в среде, изменяется уровень внешней стимуляции – животное делает так, чтобы избежать одних раздражителей и столкнуться с другими. Стереотипные траектории движения в пределах бассейна являются, вероятно, «внутренними регуляторами». Поскольку внешние раздражители изо дня в день одни и те же, и изменить их животные не могут, они изменяют свою чувствительность к раздражителям посредством двигательной активности третьего структурного уровня.

Если учесть, что Персик всегда проявляет исследовательское поведение по отношению к новым предметам (щётка, швабра, фотоаппарат, градусник (в большей степени), видеокамера), то можно говорить о том, что ему «не хватает стресса» и необходимо увеличение неопределённости внешней среды в бассейне, появление новых раздражителей. Но в океанариуме, в отличие от зоопарков, разнообразие среды увеличивают выступления и тренировки, занятия с детьми тюленотерапией. На тренировки Персик выходит, а выступать, т.е. удаляться от места обитания, отказывается. Тогда, согласно С.В. Попову (2011), стресс превышает оптимальный уровень и неопределённость среды слишком велика. То есть, по мере удаления от места обитания для Персика наступает избыток раздражителей, что приводит к избыточному стрессу и нежеланию выступать. В итоге, ситуация остаётся двоякой. В пределах места обитания (бассейна) Персику необходимо повышение неопределённости среды, тогда как вне места обитания повышение неопределённости среды приводит к ещё большему стрессу. С течением времени Персик увеличивается в массе и размерах, начинает занимать доминирующее положение над Кнопой, в большей степени в пищевом, в меньшей степени в территориальных отношениях. Поэтому, вполне возможно, что произойдёт изменение чувствительности к стресс-факторам окружающей среды вне бассейна, и он начнёт выходить на выступления.

Кнопка, при чистке бассейна не интересуется щёткой или шваброй, но иногда интересуется градусником, видеокамерой, фотоаппаратом. Исследовательское поведение у неё выражено в меньшей степени, чем у Персика. Кнопка не всегда, но выходит на выступления (выступает с 2007 г.). Таким образом, возможно, Кнопка компенсирует избыточный уровень стресса выступлениями, поэтому исследовательская деятельность у неё выражена в меньшей степени, чем у Персика. На данном этапе исследований нельзя однозначно сказать, в какой степени кольчатая нерпа Кнопка и гренландский тюлень Персик подвержены стрессу и нуждаются ли они в увеличении разнообразия окружающей их среды. Требуется более тщательное изучение данного вопроса.

Выводы

При содержании в неволе у кольчатой нерпы и гренландского тюленя выявлены элементы второго и третьего структурных уровней поведения. Число элементов 2-го уровня

в 4 раза превышает число элементов 3-го уровня. В бюджете времени обеих тюленей также выше доля 2-го уровня: 75.37% и 86.72%, соответственно. Из четырех выявленных стереотипных траекторий движения и у кольчатой нерпы, и у гренландского тюленя значительно преобладает одна, являющаяся, вероятно, в данных условиях одним из основных поведенческих способов регуляции уровня стресса.

Л и т е р а т у р а

Дьюсбери Д. Поведение животных (Сравнительные аспекты). М.: Мир, 1981. 480 с.

Зими́на О.А., Мишин В.Л. Применение этограмм при изучении поведения ластоногих // Современные проблемы физиологии и экологии морских животных. Апатиты, 2003. С. 185–194.

Клапатюк А.М., Березина И.А. Применение метода этограмм при изучении поведения представителей семейства настоящие тюлени на примере гренландского тюленя // Успехи современного естествознания. 2011. № 8. С. 42–42.

Меннинг О. Поведение животных. М.: Мир, 1982. 360 с.

Панов Е.Н. Механизмы коммуникации у птиц. М.: Наука, 1978. 304 с.

Попов С.В. Механизмы поведения млекопитающих: роль стресса и неопределённости среды.: Автореф. дис... док. биол. наук. Москва, 2011. 47 с.

Попов С.В., Ильченко О.Г. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе // Руководство по научным исследованиям в зоопарках. Москва, 2008. С. 3–66.

Попов С.В., Ильченко О.Г. Навязчивые двигательные стереотипы у млекопитающих в условиях зоопарка // Сохраним диких животных. Алма-Ата: Кайнар, 1985. С. 26–31.

Слатина Л.Н., Близнюк Я.И. Этограмма северного морского котика // Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих: Тез. докл. VIII Всес. совещ. (Астрахань, 5-8 сент. 1982 г.). Астрахань, 1982. С. 327–329.

Фабри К.Э. Основы зоопсихологии. М.: Изд. МГУ, 2001. 463 с.

Чечина О.М. Динамика развития игрового манипулирования у детёнышей сивуча в онтогенезе // Учёные записки Таврического национального университета им. Вернадского Серия «Биология и химия». 2010. Т. 23 (62), №3. С. 188–193.

ИЗМЕНЕНИЯ СУТОЧНОЙ ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ ГРЕНЛАНДСКОГО ТЮЛЕНЯ, ВЫЗВАННЫЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ В ОРГАНИЗМЕ

А.А. Зайцев

***Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
e-mail: Zaytsev@mmbi.info***

Для оценки состояния здоровья тюленя, существует ряд неинструментальных методов, позволяющих выявить различные признаки заболеваний. Среди таких методов, можно выделить следующие: визуальный осмотр опорно-двигательного аппарата, слизистых и покровов тела; оценка состояния продуктов выделительной системы и желудочно-кишечного тракта (цвет, консистенция, посторонние включения); наблюдение за изменениями в поведении, частоте дыхания и уровне пищевой мотивации (Мишин, Степахо, 1997; Ерохина, 2001).

Наряду с уровнем пищевой мотивации и частотой дыхания, изменения в поведении являются одним из важнейших диагностических признаков состояния здоровья животного. В условиях отсутствия специальных средств контроля физиологических и биохимических параметров организма тюленей, на начальных этапах диагностики, оценка поведения является, практически, единственным источником данных, поскольку не всегда удается отследить некоторые параметры состояния животного без его иммобилизации.

Таким образом, для своевременного выявления отклонений в состоянии животного, необходимо иметь четкое представление о структуре его суточного поведения (время активности и покоя, поведенческий репертуар).

Материал и методы

Материал был получен на биотехническом акваполигоне ММБИ в г. Полярный. Объектом исследования являлась самка гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus*) в возрасте 9 лет, в естественных условиях животные данного возраста являются половозрелыми особями (Мишин, 2001). Животное находилось в вольере, длина которого составляет 8 м, ширина 4 м, глубина подводной части 2 м, высота надводной части 1 м. Внутри вольера расположен сетевой садок с диаметром ячеи 5 см. Вольер оборудован деревянным помостом шириной 1 метр. Одновременно с исследуемым животным в садке содержалось два самца того же вида в возрасте около года. Наблюдение за животным проводилось в течение двух периодов: с 19.02.11 г. по 21.02.11 г. и с 11.03.11 г. по 12.03.11 г. Во время второго периода наблюдений, в состоянии животного были отмечены отклонения, о чем свидетельствовали незначительные изменения в пищевой мотивации, а также в появлении нехарактерных поведенческих реакций. За время наблюдения животное не отказывалось от пищи, кормление проходило два раза в день (в 11:00 и 18:00). Однако, на следующие сутки после окончания наблюдения был зафиксирован летальный исход. При вскрытии у животного не было отмечено видимых нарушений большинства внутренних органов, за исключением органов пищеварительной системы (множественные некрозы стенок кишечника). В желудке находились остатки непереваренной пищи (рыба, мидии, водоросли), в прямой кишке была обнаружена каменистая пробка, что по литературным данным не является отклонением (Ерохина, 1994). В ночное время первых суток животное активно поедало снег. По результатам вскрытия точная причина гибели выявлена не была.

Наблюдение за животным велось при помощи камеры наружного наблюдения (черно-белая камера наружного наблюдения МВК – 08, цилиндр Д№ 60 на 75 мм, 40 ТВЛ, 01ЛК-F2, объектив М12). Запись видеоматериала производилась по средствам ТВ-тюнера установленного на ПК. Для удобства обработки каждые четыре часа файл записи перезапускался. Таким образом, было получено 12 файлов продолжительностью четыре часа каждый.

Основными используемыми для наблюдения методами являлись: «метод сплошного протоколирования» – непрерывная и максимально полная запись всех действий животного и «метод регистрации отдельных поведенческих проявлений» – во время наблюдения фиксировали все случаи проявления изучаемых действий (Попов, Ильченко, 1990).

При обработке видеоматериала учитывались следующие поведенческие проявления:

1. нахождение животного в активном состоянии под водой (при этом ноздри животного находятся в воде);
2. нахождение животного в активном состоянии на поверхности (при этом ноздри животного находятся над водой);

3. отдых в воде (животное находится в толще воды или на поверхности без движения);
4. отдых на помосте (животное, находясь на помосте, не совершает поступательных движений).

Результаты и обсуждение

При оценке суточных изменений в поведении животного использовались следующие показатели: общее количество всплытий за каждый час, общая продолжительность отдыха за каждый час в %, процент активности на поверхности от общего времени активности за каждый час, средняя продолжительность апноэ за каждый час. Средние значения каждого из рассматриваемых параметров за период с 19.02.11 г. по 21.02.11 г. рассматривалась нами как «норма».

В норме, наибольшая активность (≥ 70 всплытий за час) была отмечена в периоды: с 12:00 до 17:00, с 21:00 до 23:00 и с 05:00 до 09:00. Наименьший уровень активности (< 35 всплытий за час) был зарегистрирован в период с 00:00 до 04:00, при этом среднее значение активности составило 60.3 ± 5 всплытий (рис. 1). Средняя продолжительность апноэ в течение суток изменяется следующим образом: наибольшие пики зарегистрированы с 09:00 до 11:00 и с 23:00 до 03:00 (≥ 75 с). При этом отмечается явное увеличение продолжительности апноэ в течение суток с 12:00 до 02:00, среднее значение составляет 57 ± 4 сек. (рис. 2). Параметр активности на поверхности от общего времени активности в течение суток меняется в пределах от 14.9% до 28.5%, при этом идет постоянное увеличение данного показателя в течение суток (рис. 3). Отдых животного был отмечен только в период с 23:00 до 09:00, наибольшая продолжительность приходилась на время с 03:00 до 04:00 часов ночи ($\geq 26.9\%$) (рис. 4).

Среднее количество всплытий за первые и вторые сутки наблюдения (11.03.11 г. и 12.03.11 г.), составило 56.6 ± 7 и 43 ± 5 соответственно, при этом в норме данный показатель равен 60.3 ± 5 . Различия в показателе количества всплытий за час, между первыми сутками и нормой не существенны ($p=0.56$), сравнения проводились при помощи t-критерия Стьюдента для зависимых выборок, при уровне значимости 0.05. Сравнение же вторых суток и нормы, показало, что различия значимы ($p=0.0009$). Наибольшими пиками активности (≥ 70 всплытий за час) за первые сутки, можно назвать следующие временные промежутки: 10:00-14:00, 15:00-16:00, 17:00-20:00, 22:00-23:00 и 02:00-03:00. За вторые сутки наблюдений, пиками наибольшей активности являются временные интервалы от 11:00 до 12:00 и от 13:00 до 14:00. Наименьшее значение данного показателя (< 35 всплытий за час) для первых и вторых суток отмечено в следующие промежутки: 23:00-02:00, 03:00-09:00 – для первых суток и 09:00-11:00, 15:00-16:00, 19:00-20:00, 00:00-01:00, 02:00-05:00, 07:00-08:00 – для вторых суток (рис. 1).

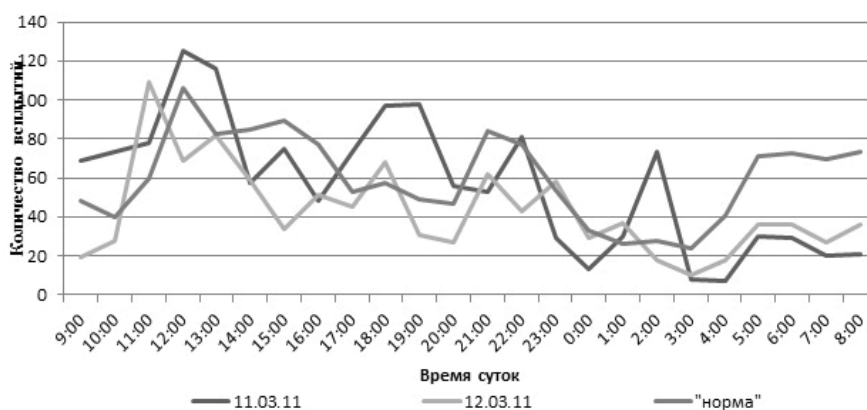


Рис. 1. График общего количества всплытий за час

Средняя продолжительность апноэ за первые и вторые сутки составила 24.7 ± 2 и 28.4 ± 2 сек., соответственно, в то время как в норме данный показатель равен 57 ± 4 секундам. Достоверных различий средней продолжительности апноэ за час для первых и вторых суток не обнаружено ($p=0.17$), при этом различия данных с нормой являются значимыми в обоих случаях ($p=0.000002$ и $p=0.000003$). Средняя продолжительность апноэ за час для периода наблюдения колеблется от 14 ± 1 до 64 ± 45 сек. за первые сутки и от 17 ± 6 до 46 ± 8 сек. за вторые сутки (рис. 2), в норме колебания происходили в диапазоне от 28 ± 9 до 96 ± 22 секунд.

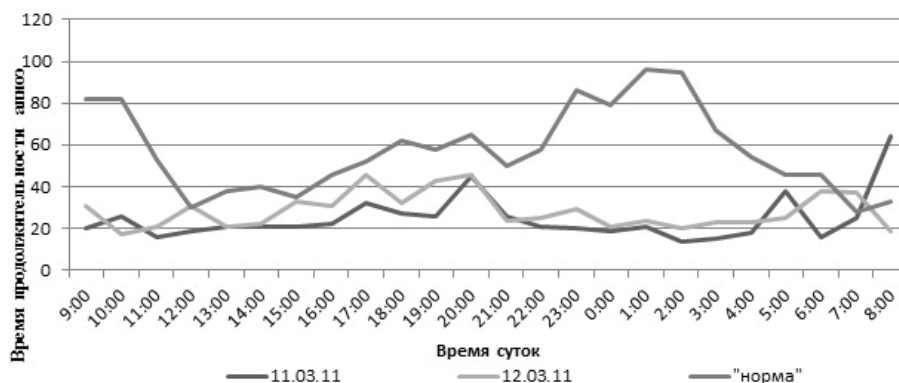


Рис. 2. График средней продолжительности апноэ за час

Как и в случае со средней продолжительностью апноэ, параметр активности на поверхности от общего ее уровня между первыми и вторыми сутками, различается незначительно ($p=0.99$), а при сравнении с нормой различия значимы (в обоих случаях $p=0.000001$). При этом, колебания данного показателя за первые и вторые сутки выше, чем в норме и составляют: за первые сутки от 14.4% до 63.8%, за вторые сутки – 22% до 69.1%, а в норме от 14.9% до 28.5% (рис. 3).

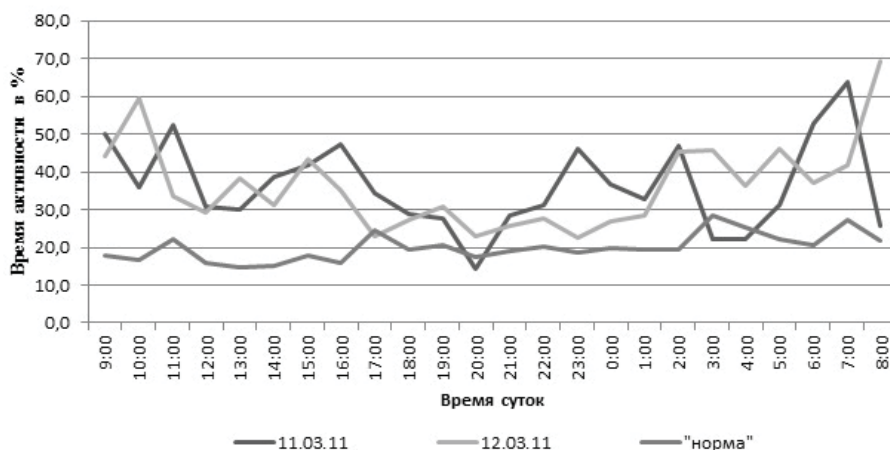


Рис. 3. График продолжительности активности на поверхности от общего времени активности

В отличие от нормы, в течение наблюдаемого периода отдых у животного присутствует как в дневное, так и в ночное время суток. Среднее значение продолжительности отдыха в течение суток составляет $37.1 \pm 5\%$ для первых суток и 47.7 ± 5 – для вторых суток, при этом в норме данный показатель равен $6.3 \pm 2\%$ (рис. 4).



Рис. 4. График общей продолжительности отдыха за час

Таким образом, можно говорить о том, что в исследуемый период в поведении животного наблюдаются значительные изменения. Происходит частичное снижение двигательной активности на вторые сутки наблюдения, высокий уровень активности сохраняется только в дневное время. Наибольшие изменения отмечены в структурных параметрах, по представленным данным видно, что тюлень гораздо больше времени тратит на отдых при сохранении уровня активности, что является свидетельством большей утомляемости. Снижение продолжительности апноэ и низкая изменчивость данного параметра в течение суток говорит о том, что животное старается как можно меньше времени проводить под водой, сокращая таким образом излишнюю затрату сил на погружение, что подтверждается увеличением процента активности на поверхности от общего времени активности.

Заключение

Для успешной и своевременной диагностики заболеваний у тюленей, необходимо как можно подробнее знать не только поведенческий репертуар (характерные позы, способы плавания) но и детально изучать структуру их суточного поведения. Цикличность большинства биологических процессов у животного отражает весь спектр воздействия, оказываемого на него, именно: поведение является адаптационным механизмом, который одним из первых начинает реагировать на изменяющиеся условия как абиотического, так и биотического (экзогенного, эндогенного) характера. Сложная структура суточного поведения определяется совокупностью воздействия различных ритмов, как экзогенных, так и эндогенных. Наиболее ярко выраженным циркадным ритмом является цикл сон – бодрствование, во многом зависящий от светопериодичности (Ашофф, 1984). Под воздействием человека, происходит синхронизация данного цикла со временем кормления и периодом его активности.

В данном случае человеческая деятельность является фактором захватчиком, именно ею определяется структура активности животного в течение суток. По этой причине необходимо отметить возможность того, что сила влияния человека на суточную активность тюленя сопряжена с уровнем его пищевой мотивации, при снижении данного уровня происходит уменьшение зависимости между фактором захватчиком и биологическим ритмом. В этом случае для успешной диагностики изменений в поведении тюленя необходимо учитывать, что период времени, не затронутый влиянием человека (вечернее и ночное время), более четко характеризует влияние различных факторов на животное.

Л и т е р а т у р а

- Ашофф Ю.* Биологические ритмы. В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. (ред.) М.: Мир, 1984. 414с.
- Ерохина И.А.* Проблемы кормления тюленей в условиях океанариума. Апатиты, 1994. 46 с.
- Ерохина И.А.* Исследование мочи и копрологический анализ // Гренландский тюлень: современный статус вида и его роль в функционировании экосистем Белого и Баренцева морей / Отв. ред. Г.Г. Матишов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2001. 220 с.
- Мишин В.Л.* Размножение и развитие // Гренландский тюлень: современный статус вида и его роль в функционировании экосистем Белого и Баренцева морей / Коллектив авторов. Отв. редактор академик РАН, профессор Г.Г. Матишов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2001. 220 с.
- Мишин В.Л., Степахно Г.В.* Руководство по содержанию тюленей в условиях океанариума (практические рекомендации для тренеров морских млекопитающих). Апатиты, 1997. 56 с.
- Попов С.В., Ильченко О.Г.* Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. М.: Изд. Моск. Зоопарк, 1990. 77 с.

БИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОД ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА VUCCINIDAE

Д.В. Захаров

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия

Вопросы биогеографического районирования Баренцева моря широко представлены в работах прошлого и нынешнего веков (Дерюгин, 1924; Шорыгин, 1928; Гурьянова, 1951; Филатова, 1957; Несис, 1960; Голиков, 1980; Жирков, 2001). В настоящее время общепринято наличие в Баренцевом море границы между арктической и бореальной Атлантической биогеографическими областями. Положение данной границы неоднократно определялось как для отдельных групп зообентоса, так и для донного населения в целом. Имеется три основных варианта проведения данной границы:

1. Граница проходит по максимальному проникновению бореальных видов на север и восток Баренцева моря (Кусакин, 1971; Голиков, 1980).
2. Граница расположена в месте наибольшего проникновения арктических видов на юг и запад (Брызгин, 1973).
3. Арктическая и бореальная области разделены границей 50 % соотношения бореальных и арктических видов (Шорыгин, 1928). Проведение границы на основе обсуждаемого

материала и сравнение ее с результатами, полученными в предыдущих исследованиях, представляет значимый теоретический и практический интерес. В нашем случае важен так же и прогностический аспект, связанный с возможным изменением районов промысла и нагула рыб при похолодании или потеплении в Баренцевом море.

Материалом для работы послужили сборы гастропод из уловов учетных донных тралений, выполненных в ходе ежегодной российско-норвежской экосистемной съемки в августе-сентябре 2005–2011 гг. (рис. 1). Сбор материала проводился на научно-исследовательских судах ПИНРО (Россия) «Ф. Нансен», «Смоленск», «Вильнюс» и БИМИ (Норвегия) «G.O. Sars», «Jan Mayen» (с 2011 г. «Helmer Hansen»), «Johan Hjort», «Christina E». Исследованиями были охвачены Баренцево море, северо-западная часть Карского моря, северо-восточная часть Норвежского и Гренландского морей, а также прилегающая часть Северного Ледовитого океана.

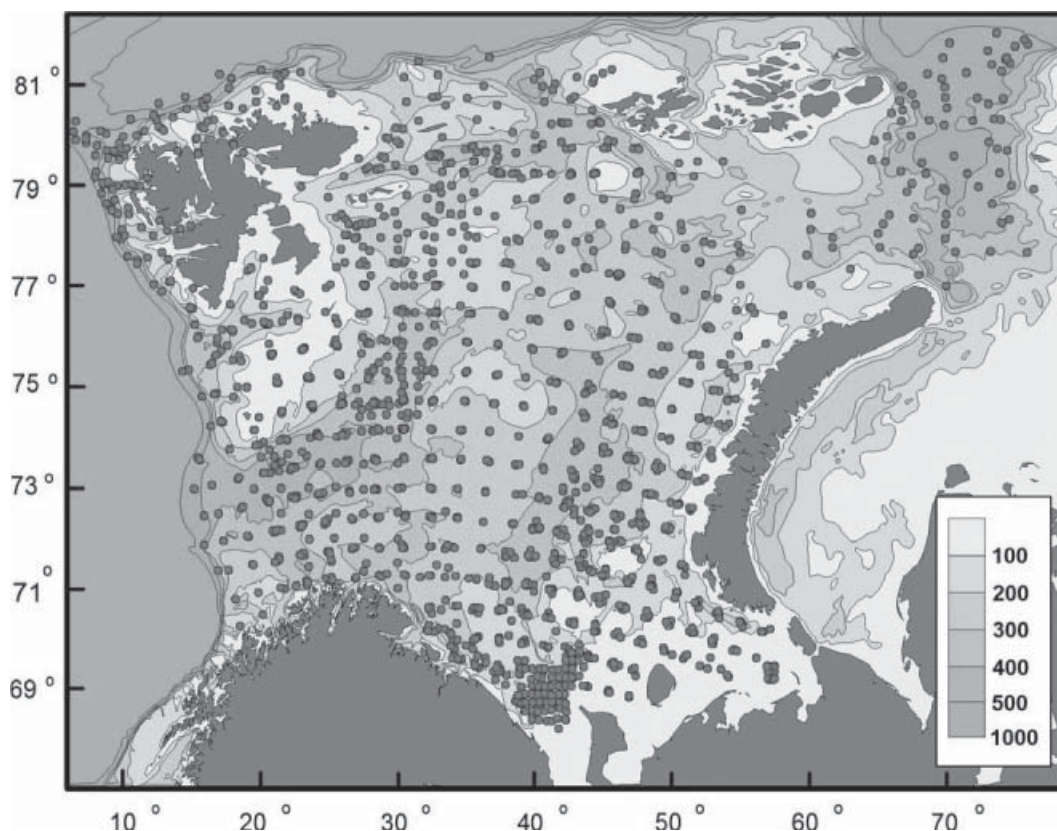


Рис. 1. Положение донных траловых станций, выполненных в Баренцевом море и прилежащих водах в августе-сентябре 2005-2011 гг. в ходе проведения российско-норвежской экосистемной съемки

В качестве орудия лова использовался учетный донный трал «Campelen-1800», широко применяемый в международной практике при проведении морских исследований и добыче северной креветки *Pandalus borealis* (Walsh, McCallum, 1997). Данный трал представляет собой низкоселективное активное сетное орудие лова, выполненное из капроновой дели с шагом ячеи 125 мм, снабженное в кутовой части мелкоячеистой вставкой с размером ячеи 22 мм с резиновым грунтропом типа «рокхopper» диаметром 40 см. Стандартное время траления во время съемок составляло 15 мин, средняя скорость траления – 3.0 узла, вертикальное раскрытие

трала – 5 м, горизонтальное – 15 м. Таким образом, средняя учетная площадь одного траления во время съемки составляло 20-25 тыс. м². В случае, если время траления изменялось, улов пересчитывался на стандартное 15-минутное траление. Всего за период 2005-2011 гг. по материалам съемок было просмотрено 38665 экз. моллюсков семейства Vucsinidae из 2418 проб.

В работе принята таксономическая система брюхоногих моллюсков Ф. Буше и Ж.-П. Рокруа (Bouchet, Rocroi, 2005), используемая в интернет проекте WorMS (World Register of Marine Species) (<http://www.marinespecies.org>).

Биогеографическая характеристика видов взята из работ А.Н. Голикова (Голиков, 1963, 1980, 2000; Golikov, 1955). Фаунистический состав семейства Vucsinidae морей Северного Ледовитого океана заимствован из серии книг, выпущенных Зоологическим институтом (List of species..., 2001; Сиренко, 2009).

Анализ современного положения всех трех выше перечисленных границ по данным экосистемных исследований 2005-2011 гг. и сравнение их положения с литературными данными показал некоторые и, в нескольких случаях, значительные изменения. Так площадь максимального проникновения бореальных видов в Баренцево море увеличилась по сравнению с результатами районирования А.Н. Голикова (1980) (рис. 2).

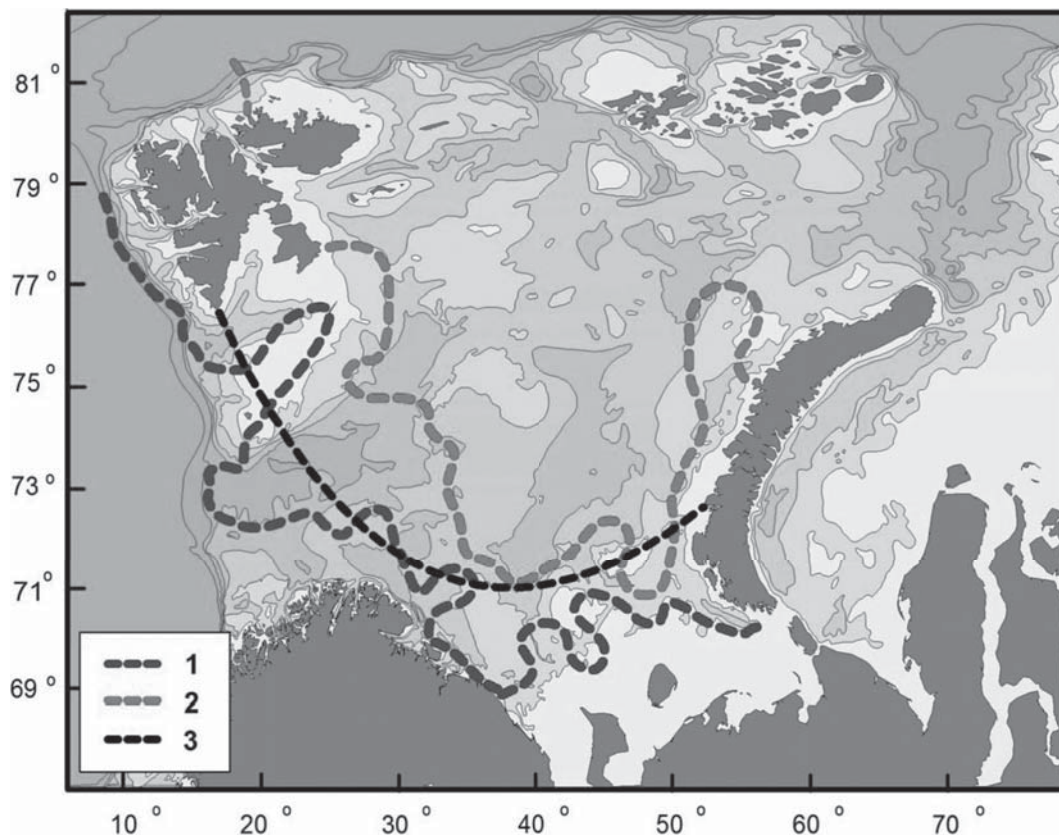


Рис. 2. Граница между арктической и бореальной Атлантической областями в Баренцевом море и сопредельных водах по данным экосистемных съемок

- 1 – граница распространения арктических видов по данным экосистемных съемок 2005-2011 гг.,
- 2 – граница распространения бореальных видов по данным экосистемных съемок 2005-2011 гг.,
- 3 – граница между областями по данным А.Н. Голикова (1980)

В западной части моря граница сдвинулась вплоть до Центральной возвышенности за счет расселения бореальных видов на Медвежинско-Надеждинском мелководье и в Медвежинском желобе. В районе Центральной впадины, Гусиноглато и плато Моллера она осталась примерно на том же месте. В районе архипелага Новая Земля было выявлено, что в настоящее время граница распределения бореальных видов проходит по склону Приноземельского мелководья, а не заканчивается у пролива Маточкин Шар. Самой северной точкой, где были отмечены бореальные виды, является район севернее о-ва Северо-Восточная Земля. Для данного участка граница распространения бореальных видов проводится впервые.

В западной части моря в районе Зюйдкапского и Медвежинского желобов граница распространения арктических видов по нашим данным доходит до склона континентального шельфа и лишь на Медвежинско-Надеждинской возвышенности и в юго-западной части моря арктические виды не встречаются (рис. 2). В районе Восточного Мурмана данная граница доходит до прибрежных районов Кольского п-ова, а в юго-восточной части моря она проходит по 100-метровой изобате. Наш материал не только подтверждает результаты, полученные Ю.И. Галкиным (1992) в определении максимальных границ распределения арктических видов букцинид в южной части Баренцева моря по данным начала и середины прошлого века, но также показывает, что граница их распространения в районе Мурманского побережья сместилась восточнее к Канинской банке.

Одним из вариантов расположения границы между Арктической и бореальной Атлантической областями считается проведение ее через станции с 50-процентным соотношением арктических и бореальных видов. На основе материалов, полученных в экосистемных съемках 2005-2011 гг., эта граница была проведена и ее общий вид представлен на рисунке 3.

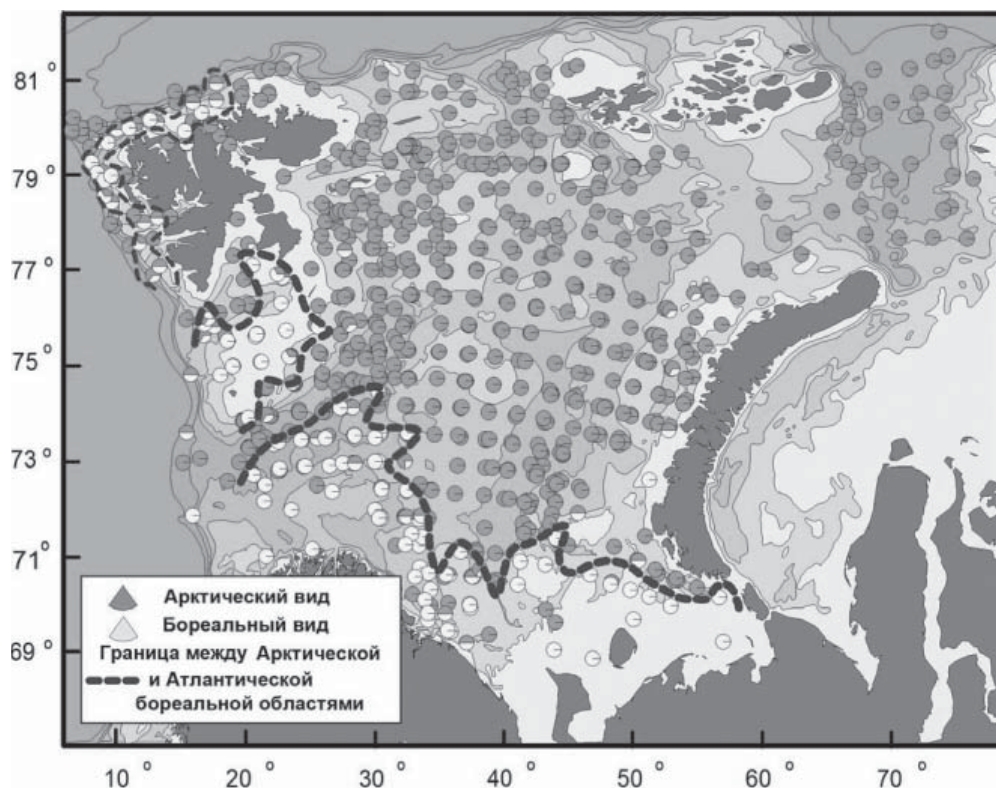


Рис. 3. Граница 50-процентного соотношения арктических и бореальных видов в Баренцевом море и сопредельных водах по данным экосистемных съемок 2005-2011 гг.

К северо-западу от архипелага Шпицберген бореальные виды обитают в диапазоне глубин от 100 до 600 м, что связано с наличием на этих глубинах вод Западно-Шпицбергенского течения. Это позволяет провести границу в данном диапазоне глубин по склону континентального шельфа. Далее граница идет по склону Медвежинско-Надеждинской возвышенности, ограничивая ее тепловодную фауну от холодолюбивых видов в Зюйдкапском и Медвежинском желобах. В южной части Баренцева моря граница идет вдоль Мурманской возвышенности, Северо-Канинской банки и Южно-Новоземельского желоба.

Таким образом, проведенные по новым данным вышеперечисленные границы подтверждают и дополняют предыдущие исследования по районированию Баренцева моря и сопредельных вод, а также показывают ряд изменений, произошедших в экосистеме за время последнего потепления, начавшегося в конце 1980-х гг. (Карсаков, 2009). В частности, в настоящее время Медвежинско-Надеждинскую возвышенность и диапазон глубин от 100 до 600 м к северо-западу от архипелага Шпицберген можно отнести к бореальной Атлантической области. Также наш материал показывает, что в Медвежинском желобе обитает, преимущественно, арктическая фауна, что связано с достаточно сильным влиянием холодных течений центральной части Баренцева моря (Адров, 2005). В восточной части Баренцева моря результаты проведенных исследований, практически, полностью подтверждают данные А.Н. Голикова (1980), хотя и наблюдается увеличение количества находок бореальных видов в районе Приновоземельского мелководья.

Л и т е р а т у р а

Адров М.М. Избранные труды по промысловой океанологии / под. ред. Н.М. Адрова. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2005. 308 с.

Брызгин В.Ф. Амфиподы (Amphipoda, Gammaridea). Баренцева моря: автореф. дисс. канд. биол. наук. Петрозаводск, 1973. 19 с.

Галкин Ю.И. Климат и распределение арктических моллюсков-букцинид // Проблемы кайнозойской палеоэкологии и палеографии морей Северного Ледовитого океана: Сб. науч. тр. М.: Наука, 1992. С. 125–31.

Голиков А. Н. Брюхоногие моллюски рода *Neptunea* Volten // Фауна СССР. М. Л.: Изд-во АН СССР, 1963. Т. 5, вып. 1. 217 с.

Голиков А. Н. Моллюски Вусциниае Мирового океана // Фауна СССР. Л.: Наука, 1980. Т. 5, вып. 2. 508 с.

Голиков А. Н. Моллюски рода *Turrisipho* Dautzenberg et Fisher, 1912 // Морские моллюски: вопросы таксономии, экологии и филогении 5(14). СПб.: Зоологический институт РАН, 2000. С. 30–31.

Голиков А. Н. Распространение и изменчивость брюхоногого моллюска *Neptunea despecta* (Linne) как показатель режима вод // Зоол. жур. 1960. Т. 34, вып. 10. С. 1485–1488.

Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод: Определители по фауне СССР. Л.: Наука, 1951. Т. 41. 1033 с.

Дерюгин К.М. Баренцево море по Кольскому меридиану (33°30' в.д.) // Тр. Северной научно-промысловой экспедиции. М., 1924. Вып 19. 103 с.

Жирков И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана. М.: Янус-К, 2001. 632 с.

Карсаков А.Л. Океанографические исследования на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море за период 1900-2008 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. 139 с.

Кусакин О. Г. Распространение и некоторые особенности вертикального распределения равноногих ракообразных холодных и умеренных вод Мирового океана. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Л., 1971. 37 с.

Несис К.Н. Изменения донной фауны Баренцева моря под влиянием колебаний гидрологического режима (на разрезе по Кольскому меридиану) // Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера. М.: Пищепроиздат, 1960. С. 129–138.

Сиренко Б.И. Состав и распределение переднежаберных брюхоногих моллюсков (Mollusca, Gastropoda, Prosobranchia) Чукотского моря и Берингова пролива // Экосистемы и биоресурсы Чукотского моря. Исследования фауны морей. СПб., 2009. Вып. 64(72). 327 с.

Филатова З.А. Зоогеографическое районирование северных морей по распространению двустворчатых моллюсков // Тр. ИОАН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1957. Т. 23. С. 195–215.

Шорыгин А.А. Иглокожие Баренцева моря // Тр. Морск. научн.-иссл. Ин-та. М.: МНИ, 1928. Т. 3, № 4. 128 с.

Bouchet P., Rocroi J.-P. Classification and nomenclator of gastropod families // Malacologia. 2005. V. 47(1-2). P. 1–397.

Golikov A. N. Shell-bearing gastropods of the Arctic. Moscow: Colus, 1995. 108 p.
List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters // Explorations of the fauna of the seas. SPb, 2001. V. 51(59). 129 p.

Walsh S. J., McCallum B. R. Performance of the Campelen 1800 Shrimp Trawl During the 1995 Northwest Atlantic Fisheries Centre Autumn Groundfish Survey // NAFO Sci. Coun. Studies. 1997. P. 105–116.

World Register of Marine Species [Электронный ресурс] // W, Bouchet P, Boxshall GA, Fauchald K, Gordon DP, Hoeksema BW, Poore GCB, van Soest RWM, Stöhr S, Walter TC, Costello MJ. (eds) (2011). World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org> on 2011-07-18.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ КАРСКОГО И ПЕЧОРСКОГО МОРЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРАЛОВОЙ СЪЕМКИ 2012 Г.

О.Л. Зими́на¹, В.Л. Се́мин²

¹Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

²Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия

Донная фауна Карского моря к настоящему времени изучена довольно подробно. История бентосных исследований в этом водоеме насчитывает более 200 лет. Однако, информация о распределении и обилии крупных форм донных беспозвоночных (губок, мягких кораллов, морских звезд, морских лилий, актиний, крупных ракообразных, моллюсков и т.д.) крайне скудна. Это связано с преимущественным использованием в качестве орудий лова дночерпателей и драг, которые, практически, не способны улавливать крупных и подвижных животных. Исследование приловов беспозвоночных в донных ихтиологических тралах позволяет учитывать крупные формы бентосных организмов (мегабентос), имеющих низкую плотность распределения, а также получать информацию о распределении и встречаемости активных бентопелагических видов (многие амфиподы, креветки), которые плохо облавливаются традиционными бентосными орудиями лова.

Наиболее подробно изучен мегабентос Баренцева моря. Систематические исследования приловов беспозвоночных донными тралами на его акватории начаты с 2004 г. и ежегодно проводятся ПИНРО совместно с норвежским Институтом морских исследований (IMR). По результатам этих работ изучен качественный состав и оценено количественное распределение организмов мегабентоса в Баренцевом море (Anisimova et al., 2010; Любин, 2010; Любин и др., 2010а; Любин и др., 2010б; Морозов и др., 2010; Любина и др., 2012; Захаров, Любин, 2012).

Подобные исследования в Карском море единичны. Приловы донной фауны в промысловом оттертрале учитывались при оценке состава бентосных сообществ во время экспедиции в южной части Карского моря на траулере «Максим Горький» в 1945 г. (Филатова, Зенкевич, 1957). По материалам, собранным при помощи трала Сигсби в ходе 54 рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» в 2007 г., были описаны состав и структура донных сообществ в северной части ложа и западного склона Новоземельского желоба и выделены факторы, влияющие на распределение макрофауны в данном районе (Галкин и др., 2010). В 2007 г. на научно-исследовательских судах ПИНРО «Фритюф Нансен» и «Профессор Бойко» проведены комплексные экспедиции, одной из задач которых было изучение прилова беспозвоночных в уловах донных тралов. В результате этих работ были получены данные о количественном распределении и встречаемости более 100 видов донных беспозвоночных в западной глубоководной части Карского моря от Байдарацкой губы на юге до устьевой части желоба Святой Анны на севере. В этих сборах обнаружено два новых для фауны Карского моря вида беспозвоночных: брюхоногий моллюск *Vuccinum belcheri* и креветка *Sergestes arcticus* (Анисимова и др., 2008).

Целью данной работы является анализ современных материалов по мегабентосу, полученных в 2012 г.

Материал и методика

Данная работа основана на материалах, собранных в комплексной экспедиции ММБИ на НИС «Дальние Зеленцы» в июле-октябре 2012 г. Район исследований охватывал глубоководную часть и восточный склон Новоземельского желоба, западную часть Обь-Енисейского мелководья и северную часть Приамальского мелководья. Помимо этого, проводились работы в южной части Печорского моря (Баренцево море) (рис.1). Всего в районе исследований выполнено 111 тралений: 93 донным ихтиологическим тралом и 18 тралом Сигсби.

Траления выполнялись с помощью донного ихтиологического трала (чертеж № 2387.02.155) с ячейей в кутовой части мешка 135 мм, оснащенного мелкочечной вставкой («рубашка» с ячейей 12 мм) в течение 30 минут со скоростью 3 узла. На глубинах менее 20 м использовался трал Сигсби (длина рамы 1 м, высота 30 см, размер ячее мелкочечной вставки - 7 мм), буксируемый со скоростью 2.8 узла. Осуществлялся отбор всех бентосных организмов из улова, проводилась их идентификация до максимально возможного таксономического уровня, по возможности определялись биомасса и численность. Обработка бентоса из траловых сборов производилась на борту судна авторами. Сложные для полевой идентификации группы организмов фиксировались 96% спиртом или 4% формалином и были переданы для таксономической обработки специалистам: Amphipoda и Русноgonida определены к.б.н. О.С. Любиной (лаб. зообентоса ММБИ), Gastropoda – И.О. Нехаевым (лаб. зообентоса ММБИ) и к.б.н. А.В. Мартыновым (Nudibranchia) (Зоологический музей МГУ), за что авторы выражают им искреннюю благодарность.

Выделение фаунистических группировок проводилось при помощи кластерного анализа методом средневзвешенного с использованием коэффициента сходства Брэя-Куртиса (Bray, Curtis, 1957) на основе встречаемости видов. Расчеты выполнены средствами статисти-

ческого пакета PAST v.1.97 (Hammer et al., 2001). Характерными для выделенных сообществ считались виды, имеющие в них частоту встречаемости более 50%. Также учитывалась степень приуроченности отдельных видов к конкретному фаунистическому комплексу, которая определялась как отношение числа станций, на которых был встречен вид в пределах комплекса, к общему числу станций во всем районе исследований, на которых данный вид отмечался (Salzwedel et al., 1985).

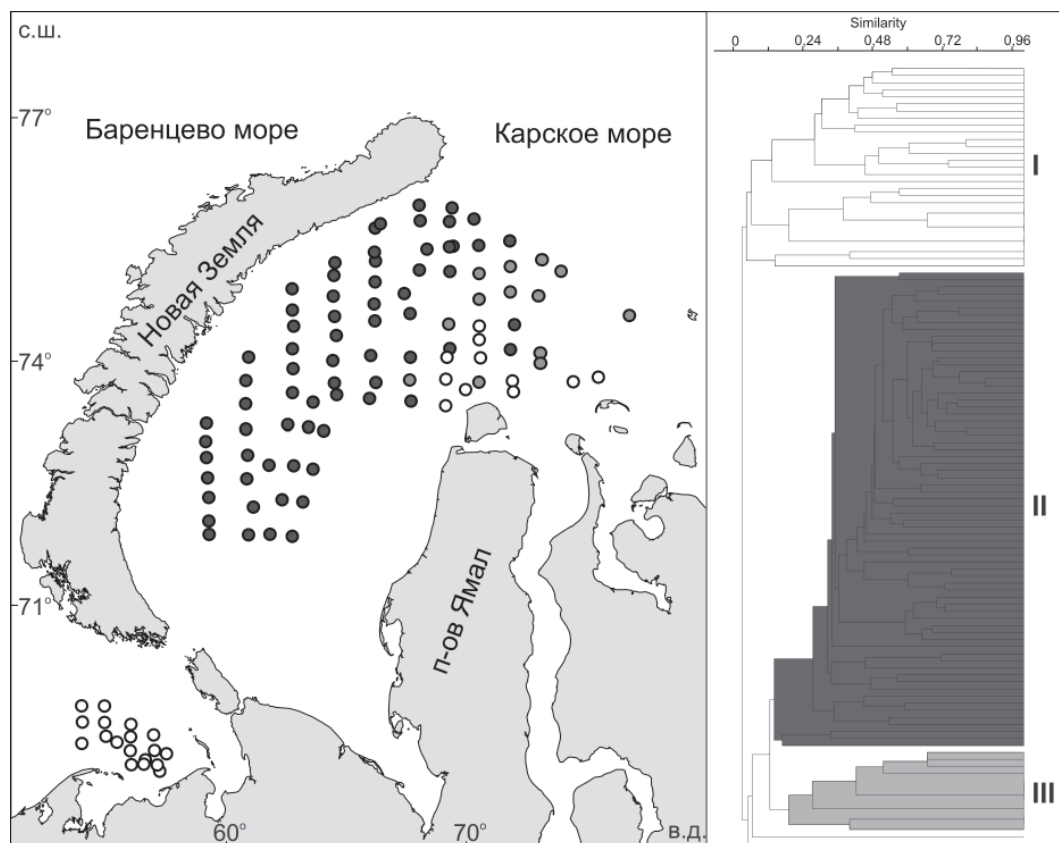


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора траловых проб и распределения основных фаунистических комплексов зообентоса в Карском и Печорском морях по материалам съемки 2012 г.

Результаты и обсуждение

В пределах исследованной акватории в приловах донных тралов и в тралах Сигсби обнаружено 169 таксонов, преимущественно, донных беспозвоночных, относящихся к 11 типам, 20 классам, 51 отряду. Из них 139 определено до вида. Следует отметить, что такие таксономические группы, как полихеты, гидроиды, мшанки, губки и актинии, довольно часто встречающиеся в приловах, в связи со сложностями их таксономической идентификации определены еще не в полной мере, поэтому их видовое разнообразие в данной работе не учтено. Обработка этого материала значительно увеличит видовой список зообентоса исследованной акватории.

Богаче всего в видовом отношении в траловых сборах представлены ракообразные, моллюски, иглокожие и морские пауки (рис. 2). Видовое богатство на станциях варьировало от 1 до 30 видов в улове. Максимальное видовое разнообразие отмечено на Приямальском мелководье и на склонах Новоземельского желоба.

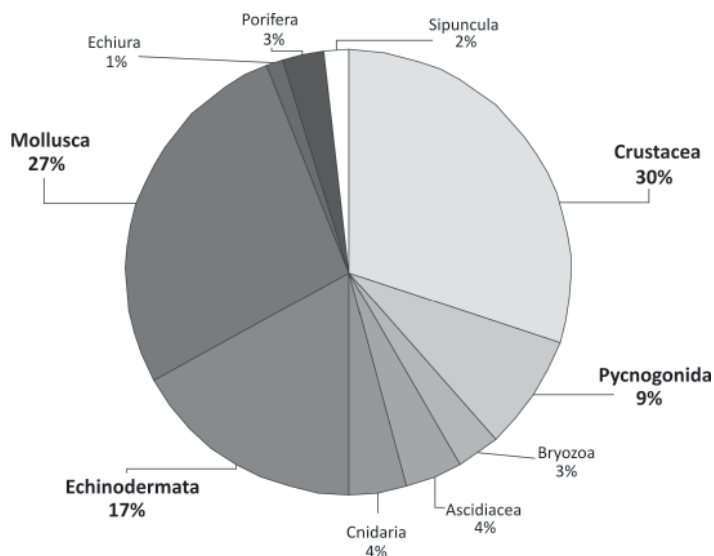


Рис. 2. Соотношение количества видов основных таксономических групп зообентоса в траловых сборах.

Биомасса бентоса в приловах ихтиологических тралов достигала 25 кг на траление. Такие значения зафиксированы в северной части Новоземельского желоба, где в массе (до 200 экз. на траление) встречались морские перья *Umbellula encrinus*, колонии которых достигали 2.5 м в высоту. На большей части исследованной акватории значительную долю в биомассе бентоса занимали крупные иглокожие: офиуры *Gorgonocephalus arcticus* и *G. eucnemis*, морские звезды *Urasterias linkii* и *Icasterias panopla*. На мелководьях преобладали крабы *Hyas araneus* и раки-отшельники *Pagurus pubescens*, двустворчатый моллюск *Serripes groenlandicus* а также офиура *Stegophiura nodosa*.

По результатам кластерного анализа в пределах исследованной акватории выделено 3 фаунистических комплекса, объединенных в 2 четко обособленные группы: открытого моря и прибрежных мелководий. Распространение этих комплексов обусловлено особенностями гидрологического режима и циркуляции водных масс в районе (рис. 1) и в общих чертах согласуется со схемой З.А. Филатовой и Л.А. Зенкевича (1957).

В районе Новоземельского желоба, для которого характерно широкое распространение мягких коричневых илов, преимущественно отрицательная придонная температура и высокая соленость, отмечен комплекс видов с преобладанием крупных иглокожих, кишечнополостных и десятиногих ракообразных (рис. 1, II). На склоне желоба в северной его части в массе встречаются крупные морские перья *Umbellula encrinus*. Во впадине желоба на глубине более 250 м отмечены глубоководные виды, характерные для Полярного бассейна и глубин северной Атлантики, проникающие в Карское море по желобам и обитающие здесь на значительно меньших глубинах (Филатова, Зенкевич, 1957). К ним относятся мелкая голотурия *Elpidia glacialis*, широко распространенная на жидких коричневых илах, крупные амфиподы *Eusirus holmi*, *Cleippides quadricuspis* и *Halice abyssis*, как правило, приуроченные к скоплениям губок,

морская звезда *Poraniomorpha bidens*, крупная мизида *Boreomysis arctica*, креветка *Bythocaris paueri*, морская лилия *Poliometra proluxa*, сидячая гидроидная медуза *Ptychogastris polaris*. Характерными для этого района видами, имеющими высокую частоту встречаемости и степень приуроченности к комплексу, являются морские звезды *Icasterias panopla*, *Urasterias lincki* и *Pontaster tenuispinus*, офиуры *Ophiacantha bidentata*, *Ophiopleura borealis*, *Gorgonocephalus arcticus*, *Ophioscolex glacialis*, мягкие кораллы *Nephtheidae* g.spp., голотурия *Molpadia* sp., креветки *Sabinea septemcarinata* и *Sclerocrangon ferox*, пантопода *Boreonymphon abyssorum*, морская лилия *Heliometra glacialis*, а также *Actiniaria* g. sp., ассоциированные с гастроподами *Colus* sp. Всего в этом комплексе встречено 103 таксона донных беспозвоночных.

На северном склоне Приамальского и Обь-Енисейского мелководья, где уже заметно влияние пресноводного стока Оби и Енисея, в условиях несколько пониженной солености (32.5–33‰) и низкой положительной и слабоотрицательной температуры (-0.1..+2,5°C) на илисто-песчаных и песчаных грунтах на глубине 20-50 м отмечен обедненный комплекс видов (рис. 1, III). Постоянными компонентами здесь остаются морская звезда *Urasterias lincki* и креветка *Sabinea septemcarinata*, а также изоподы *Saduria sabini* и *S. sibirica*. По данным З.А. Филатовой и Л.А. Зенкевича (1957) в этом районе обитает биоценоз *Astarte borealis*, для которого характерно резкое снижение количества видов и биомассы иглокожих и увеличение роли моллюсков. Всего в приловах донного трала в этом районе отмечено 18 таксонов беспозвоночных.

На малых глубинах Обь-Енисейского мелководья, а также в южной части Печорского моря в условиях существенного опреснения (до 28‰) и высоких придонных температур (до +10°C в Печорском море и до +6°C на Обь-Енисейском мелководье) отмечен специфический комплекс видов прибрежных мелководий с преобладанием офиуры *Stegophiura nodosa* и моллюсков *Serripes groenlandicus* и *Portlandia arctica* (рис. 1, I). Также характерными для этого комплекса являются заросли гидроидов и мшанок, обилие амфипод *Acanthostephea behringiensis*, *Atylus carinatus*, *Caprella carina*, кумовых раков *Diastylis glabra*, изопод *Synidotea bicuspidata* и *S. nodulosa*, голожаберных моллюсков *Calycidoris guentheri* и *Dendronotus frondosus*. В Печорском море в этом комплексе также характерным видом является креветка *Crangon allmanni*, в Карском море не встречающаяся, а также краб *Hyas araneus*, малораспространенный в Карском море. Всего в данном районе отмечено 81 таксон донных беспозвоночных.

В биогеографической структуре фауны преобладают бореально-арктические виды (63%), на долю арктических приходится 17%, бореальных – 2%. Распределение биогеографических групп по акватории носит закономерный характер, обусловленный гидрологической структурой. Арктические виды, в основном, сосредоточены в районе Новоземельского желоба. Их число увеличивается с ростом глубины и снижением придонной температуры, и на глубине более 250 м арктические виды начинают преобладать над бореально-арктическими. Бореальные виды встречаются, в основном, в западной части акватории в области влияния баренцевоморских вод.

Фауна Карского моря характеризуется наличием значительного количества видов-«иммигрантов» из Баренцева моря, глубин северной Атлантики и Полярного бассейна. Это обусловлено особенностями рельефа (наличие глубоких желобов), гидрологического и температурного режима водоема, благодаря которым глубоководная арктическая фауна обитает в Карском море на значительно меньших глубинах, а относительно тепловодные североатлантические виды проникают далеко на юг и восток (Филатова, Зенкевич, 1957). Климатические изменения последнего времени также способствуют расширению ареалов многих видов, в том числе промысловых, и продвижению их на восток из Баренцева моря (Анисимова и др., 2008).

Каждая новая экспедиция пополняет наши знания о составе и структуре фауны исследуемых районов. В ходе съемки ПИНРО в 2007 г. обнаружено 2 новых для фауны моря вида атлантического происхождения: брюхоногий моллюск *Buccinum belcheri* и креветка *Sergestes arcticus*

(Анисимова и др., 2008). В результате обработки материалов 2012 г. фаунистический список Карского моря был пополнен еще рядом видов, впервые отмеченных для его акватории. Их обнаружение в Карском море может быть связано как с проникновением из прилежащих акваторий вследствие климатических изменений, так и с недостаточной изученностью отдельных групп беспозвоночных, в том числе плохо улавливаемых количественными орудиями лова.

Амфипода *Aponyx bispinosus* ранее отмечалась в Печорском море (район о-вов Долгий и Колгуев) и в северной Пацифике (Steele, 1967). В Карском море этот вид впервые встречен на двух станциях Пряймальского мелководья в районе о. Белый в уловах тралов Сигсби на глубине 18-20 м на мелком слабозаиленном песке.

Голожаберный моллюск *Murmania antiqua* был описан совсем недавно из южной части Баренцева моря (Мартынов, Коршунова, 2011). Встречен в районе восточного склона Новоземельского желоба на глубине 140 м на песчанистом илу в прилове ихтиологического донного трала.

Крупный голожаберный моллюск *Chlamylla atypica* известен из Гренландского, Баренцева, Белого, Чукотского и дальневосточных морей России (Мартынов, Коршунова, 2011). В Карском море встречен на севере Пряймальского мелководья на глубине 29 м на заиленном песке в прилове донного ихтиологического трала.

Офиура *Gorgonocephalus eucnemis* в нашем материале отмечена на западном и восточном склонах Новоземельского желоба на глубине 100-120 м на коричневых илах и песчанистых илах. Крупная батиальная мизида *Boreomysis arctica* в массе встречалась вдоль западного склона Новоземельского желоба. Оба вида распространены в Баренцевом море и ранее для Карского моря не указывались.

Краб-стригун *Chionoecetes opilio* в Северном Ледовитом океане обитает в Чукотском море, море Бофорта, имеется одно нахождение в восточной части моря Лаптевых. В 1996 г. найден в Баренцевом море, где в настоящее время формирует большие скопления в северо-восточной части моря и в районе Гусиной банки (Василенко, 2009). Встречен нами на трех станциях в юго-западной части Карского моря в приловах донных ихтиологических тралов на глубине 150-350 м на илистых и илисто-песчаных грунтах. Выловлено 4 экз. взрослых самцов. Наиболее вероятно их проникновение с баренцевоморскими водами из района Гусиной банки через проливы Новой Земли.

Возможно, дальнейший подробный анализ материала по другим таксономическим группам (полихеты, брюхоногие моллюски, гидроиды и мшанки) дополнит сведения о видовом составе зообентоса Карского моря и прилежащей акватории.

Таким образом, в результате обработки траловых сборов 2012 г. получены современные данные о составе и распределении зообентоса Карского и Печорского морей. В приловах донного трала и уловах трала Сигсби обнаружено по предварительным данным 139 видов донных беспозвоночных. Для фауны Карского моря впервые указано 5 видов донных беспозвоночных. Их обнаружение в Карском море может быть связано как с проникновением из прилежащих акваторий вследствие климатических изменений, так и с недостаточной изученностью групп беспозвоночных, плохо улавливаемых традиционными количественными орудиями лова. Дальнейшая обработка полученных материалов, вероятно, расширит сведения о донной фауне региона.

Л и т е р а т у р а

Анисимова Н.А., Любин П.А., Менис Д.Т. Бентос // Экосистема Карского моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2008. С. 43–106.

Василенко С.В. Инфраотряд Brachyura // Иллюстрированные определители свободноживущих беспозвоночных евразийских морей и прилегающих глубоководных частей Арктики. Т. 1. Коловратки, морские пауки и ракообразные: усоногие, тонкопанцирные, эвфаузииды, неполнохвостые, крабы, мизиды, гиперииды, капреллиды. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. С. 111–120.

Галкин С.В., Савилова Т.А., Москалев Л.И., Кучерук Н.В. Макробентос Новоземельского желоба // Океанология. 2010. Т. 50, № 6. С. 982–993.

Захаров Д.В., Любин П.А. Фауна, экология и распределение моллюсков семейства Vuccinidae (Mollusca, Gastropoda) в Баренцевом море и сопредельных акваториях // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15, № 4. С. 749–757.

Любин П.А. Уловистость и селективность дночерпательных и траловых орудий лова по отношению к организмам зообентоса // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки. Тез. докл. междунар. научной конф. (г. Мурманск, 10-12 марта 2010 г.). Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. С. 134–135.

Любин П.А., Анисимова Н.А., Йоргенсен Л.Л., Манушин И.Е., Прохорова Т.А., Захаров Д.В., Журавлева Н.Е., Голиков А.В., Морев А.Р. Мегабентос Баренцева моря // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики: Материалы междунар. науч. конф. (Мурманск, 27-30 окт. 2010 г.). М.: ГЕОС, 2010а. Вып. 10. С. 192–200.

Любин П.А., Анисимова Н.А., Манушин И.Е., Журавлева Н.Е. Приловы макрозообентоса в ихтиологических донных тралениях как показатель интенсивности тралового промысла // Вестник МГТУ. 2010б. Т. 13, № 4. С. 641–646.

Любина О.С., Зимина О.Л., Любин П.А., Йоргенсен Л.Л. Распределение ракообразных (Crustacea) в западной части Баренцева моря по данным траловых съемок в 2011 г. // Комплексные исследования природы Шпицбергена: Матер. междунар. научной конф. (Мурманск, 1-3 ноября 2012 г.). М.: ГЕОС, 2012. Вып. 11. С. 154–160.

Мартынов А.В., Коршунова Т.А. Заднежаберные моллюски морей России. Атлас-определитель с обзором биологии. М.: ЗАО «Фитон+», 2011. 232 с.

Морев А.Р., Сабиров Р.М., Любин П.А. Плодовитость и индексы половой системы самок *Rossia palpebrosa* (Cephalopoda: Sepiolida) на шельфе Земли Франца-Иосифа // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики: материалы междунар. науч. конф. (Мурманск, 27-30 окт. 2010 г.). М.: ГЕОС, 2010. Вып. 10. С. 225–229.

Филатова З.А., Зенкевич Л.А. Количественное распределение донной фауны Карского моря // Тр. ВГБО. 1957. Т. 8. С. 3–67.

Anisimova N.A., Jorgensen L.L., Lyubin P.A. and Manushin I.E. Mapping and monitoring of benthos in the Barents Sea and Svalbard waters: Result from the joint Russian- Norwegian benthic programme 2006-2008 // IMR-PINRO Joint Report Series. 2010. 114 p.

Bray J.R., Curtis J.T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin // Ecol. Monogr. 1957. Vol. 27. P. 325–349.

Hammer, O., Harper, D.A.T., and Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4(1). P. 9–15.

Salzwedel H., Rachor E., Gerdes D. Benthic macrofauna communities in the German Bight // Veroff Inst Meeresforsch Bremerhaven. 1985. Vol. 20. P. 199–267.

Steele D.H. A New species of the genus *Anonyx* (Amphipoda) from the Barents Sea // Crustaceana. 1967. Vol. 13, N. 3. P. 257–264.

АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

С.А. Иванов

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Книповича, г. Мурманск, Россия
e-mail: ivanovsa@pinro.ru*

Введение

Оценки биопродуктивности вод Баренцева моря, полученные ранее, можно встретить в многочисленных публикациях (Злобин, 1973; Сезонные изменения некоторых..., 1978; Иваненков, 1982; Исследования первичной продукции..., 1985; Несветова, Рыжов, 1987; Рей, Шулдал, Слагстад, 1987; Титов, 1994, 1995; Несветова, 1995 а, б, 2002 и др.). Необходимость этих оценок определяется тем, что величина продукции фитопланктона в функционировании общей трофической цепи экосистемы определяет биомассу организмов более высоких уровней. Но, несмотря на значительное количество работ, оценки выполнялись, в основном, на основе информации с некоторых стандартных океанографических разрезов Баренцева моря. В океанографической базе данных ПИНРО за период 1950-2012 гг. материалы не ограничиваются данными только этих стандартных разрезов, покрывающих лишь часть моря. То, что ранее они не включались в расчеты, может быть обусловлено только трудностями, связанными с обработкой больших объемов информации. В настоящее время эти сложности минимизировались, и материалы по гидрохимическим показателям включены в расчеты характеристик фотосинтеза в полном объеме.

Работа является продолжением расширенных исследований фотосинтеза в Баренцевом море на основе данных гидрохимических наблюдений. Ранее автором было рассчитаны средневзвешенные в слое фотосинтеза гидрохимические характеристики (Иванов, 2012). Однако, они не нашли согласования со спутниковыми данными. Поэтому, целью этой работы является расчет средневзвешенных в слое 0-20 м величин насыщения вод кислородом, концентрации растворенного кислорода и фосфатов на акватории Баренцева моря в марте-октябре за период 1950-2012 гг., а также сравнительный анализ результатов с распределением концентрации хлорофилла, полученной со спутника.

Материалы и методы

Расчет средневзвешенных в слое 0-20 м значений концентрации растворенного кислорода, его насыщения и содержания фосфатов производился по формуле Н.Н. Зубова (Зубов, 1926) с использованием программы, разработанной автором в Borland Delphi. Визуализация полученных результатов осуществлялась с использованием скриптов VBA в пакете Surfer.

Оценка связи концентрации хлорофилла с рассчитанными гидрохимическими параметрами производилась на основании данных, полученных со спутника (<http://optics.ocean.ru/maps.html>, Институт океанологии, 14.11.2012).

Результаты

Было показано, что сравнительный анализ карт распределения концентрации хлорофилла, полученных в результате обработки спутниковых данных, и распределения рассчитанных характеристик фотосинтезирующей активности фитопланктона для слоя [0 м – глубина залегания

100 %-ной изооксигены] не всегда соотносятся друг с другом. Возможно, это обусловлено тем, что спутниковые снимки характеризуют концентрацию хлорофилла только на поверхности моря, тогда как в рассчитанных характеристиках используются средневзвешенные значения по слою моря в несколько десятков метров. На представленном ниже рисунке (1) область повышенного средневзвешенного насыщения вод кислородом в южной и центральной частях Баренцева моря соответствует высоким концентрациям хлорофилла, содержание фосфатов напротив понижено в результате их интенсивного потребления фитопланктоном.

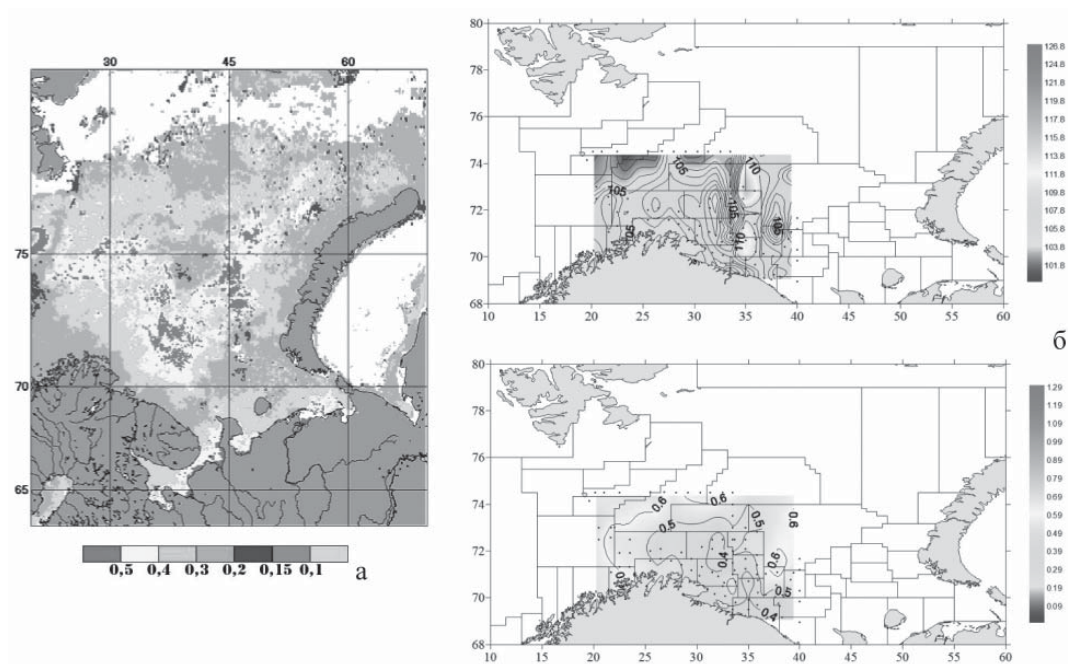


Рис. 1. Распределение концентрации хлорофилла, $\text{мг}/\text{м}^3$ (а), средневзвешенного значения насыщения вод кислородом в слое фотосинтеза, % (б) и средневзвешенного содержания фосфатов в слое фотосинтеза, $\mu\text{М}$ (в) в мае 2010 г. в Баренцевом море

Чтобы доказать данное предположение, в этой работе был выполнен расчет средневзвешенных гидрохимических характеристик в поверхностном 20-ти метровом слое.

Визуальный анализ соответствия концентрации фосфатов и распределения хлорофилла указывает на наличие, преимущественно, прямой и, иногда, обратной связи между этими двумя характеристиками. Прямая связь проявляется в том биологическом аспекте, что значительные концентрации питательных веществ способствуют развитию фитопланктона, а обратная – когда значительная биомасса фитопланктона в результате интенсивного фотосинтеза приводит к снижению содержания фосфатов в том или ином районе Баренцева моря.

Так, в июне 1998г. в южной части Баренцева моря, вблизи Кольского п-ова, наблюдались пониженные концентрации фосфатов ($0.1\text{-}0.2 \mu\text{М}$) и хлорофилла ($0.1\text{-}0.2 \text{мг}/\text{м}^3$). В то время как западнее их значения были относительно высоки и составляли $0.2\text{-}0.5 \mu\text{М}$ и $0.2\text{-}0.3 \text{мг}/\text{м}^3$, соответственно. То есть для рассматриваемого сезона имеет место прямая связь между концентрациями фосфатов и хлорофилла, когда большее содержание питательных веществ обуславливает лучшие условия для роста и развития фитопланктона. Еще одним

подтверждением подобной связи может являться распределение концентрации фосфатов в мае 1998 г. на юге моря, когда она составляла 0.4-0.5 μM , а концентрация хлорофилла достигала 0.3-0.5 $\text{мг}/\text{м}^3$, то есть наблюдался пик цветения фитопланктона. Несмотря на информацию из опубликованных источников (Титов, Несветова, 2003) о том, что обеднение биогенных элементов в поверхностных слоях наступает обычно в июле и, как следствие, процессы фотосинтеза протекают с уже меньшей интенсивностью, в рассматриваемый период лет (1998-2010 гг.) концентрация хлорофилла опускалась до 0.1-0.2 $\text{мг}/\text{м}^3$ уже в июне и сохранялась на таком уровне до сентября. Распределение концентрации хлорофилла по акватории Баренцева моря при этом носило относительно равномерный характер. Этому распределению соответствовала концентрация фосфатов в пределах 0.1-0.3 μM .

Насыщение вод кислородом, осредненное в слое 0-20 м, также связано по характеру распределения с концентрацией хлорофилла. В мае 1998 г., в июне 2001 г., в мае-июне 2002, 2005 г. и в другие годы прослеживается прямая связь между этими характеристиками. Например, в мае 2010 г. в южной части Баренцева моря наблюдались высокие концентрации хлорофилла 0.4-0.5 $\text{мг}/\text{м}^3$, при этом насыщение вод кислородом достигало на некоторых станциях 125-127 % (рис. 2). Однако, в последующие месяцы (июль-сентябрь) распределение этих двух характеристик различается. Распределение концентрации хлорофилла в эти месяцы носит равномерный характер в отличие от насыщения вод кислородом. Такое различие может объясняться высокими внутри суточными, недельными или месячными колебаниями аэрации вод кислородом в разных частях Баренцева моря. При фоновом уровне насыщения поверхностных вод в летне-осенние месяцы 100-110 %, эти колебания в зависимости от степени волнения, прогрева, преобладания облачности и других характеристик могут составлять 2-7 % (Несветова, 2002).

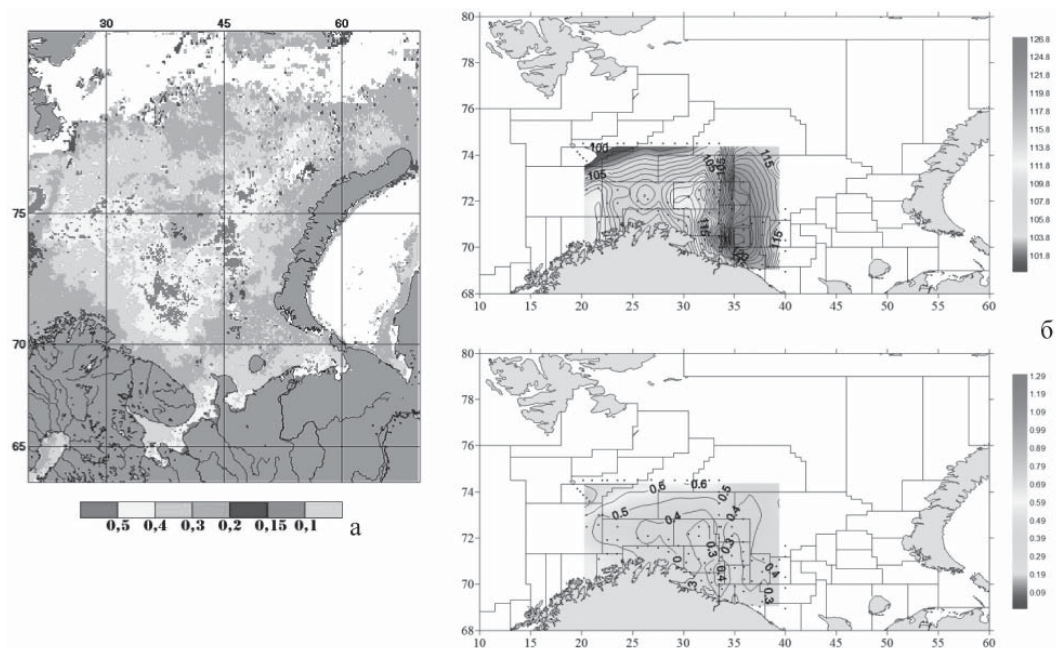


Рис. 2. Распределение концентрации хлорофилла, $\text{мг}/\text{м}^3$ (а), средневзвешенного значения насыщения вод кислородом в слое 0-20 м, % (б) и средневзвешенного содержания фосфатов в слое 0-20 м, μM (в) в мае 2010 г. в Баренцевом море

Обсуждение

Материалы по концентрации хлорофилла, полученные в результате спутникового зондирования поверхности Баренцева моря, хорошо согласуются с гидрохимическими характеристиками, осредненными в верхнем 20-ти метровом слое. Этот факт подтверждает возможность оценки биомассы фитопланктона и его фотосинтезирующей активности по распределению гидрохимических показателей. Однако, в виду того, что распределение средневзвешенных гидрохимических характеристик в слое фотосинтеза [0 м – глубина залегания 100 %-ной изооксигены] недостаточно хорошо согласуется со спутниковыми данными, можно предположить, что либо спутниковые данные не могут отразить полной картины процессов вегетации во всем слое моря, либо слой фотосинтеза, а соответственно, и средневзвешенные в нем величины были рассчитаны не верно.

Таким образом, в дальнейшем предполагается провести дополнительные исследования процессов цветения в части расчета глубины слоя фотосинтеза. Потенциальными способами оценки залегания нижней границы этого слоя можно считать:

- расчет максимального вертикального градиента концентрации фосфатов;
- определение глубины залегания пикноклина.

Заключение

В ходе выполнения данной работы было построено около 300 карт распределения средневзвешенных в слое 0-20 м гидрохимических характеристик в Баренцевом море в марте-октябре за период 1998-2010 гг.

Подтвердилось предположение, сделанное автором на предыдущем этапе работ, о несоответствии распределений концентрации хлорофилла и средневзвешенных в слое фотосинтеза гидрохимических параметров. Показано, что эти же параметры, осредненные только для верхнего 20-метрового слоя моря, хорошо согласуются со спутниковыми данными.

В мае, когда процессы цветения находятся в пиковой стадии, в районах с повышенной биомассой фитопланктона и максимальными концентрациями хлорофилла (0.4-0.5 мг/м³) в южной и центральной частях Баренцева моря концентрация фосфатов и насыщение вод кислородом в слое 0-20 м составляют 0.4-0.5 μM и 115-127 %, соответственно. Концентрация фосфатов средняя для слоя фотосинтеза [0 м – глубина залегания 100 %-ной изооксигены] примерно на 0.1 μM превышает среднюю концентрацию для слоя 0-20 м, а среднее насыщение вод кислородом в слое фотосинтеза существенно ниже и составляет 105-110 %. В некоторые годы, когда процессы цветения начинаются в более ранние сроки, концентрация фосфатов оказывается пониженной в результате интенсивного потребления питательных веществ и составляет 0.3-0.4 μM .

В летне-осенний период, когда скопления фитопланктона распределены относительно равномерно по акватории Баренцева моря и концентрации хлорофилла составляют 0.1-0.2 мг/м³, концентрация фосфатов в слое 0-20 м составляет около – 0.1-0.3 μM , а насыщение вод кислородом – 105-110 %. В ходе анализа результатов расчетов выявлено, что средневзвешенные концентрации фосфатов в большей степени согласуются в своем распределении с концентрациями хлорофилла, чем насыщение вод кислородом в летние и осенние месяцы года. Это обусловлено значительными колебаниями насыщения вод кислородом в зависимости от волнения моря, освещенности и т.д.

В перспективе предполагается расширить проведенные исследования путем учета этапов развития процессов цветения, а также путем включения дополнительных параметров, характеризующих процессы фотосинтеза.

Л и т е р а т у р а

Злобин В.С. Основы прогнозирования первичной продуктивности фотического слоя океана / Под ред. чл.-корр. АН УССР Г.Г. Поликарпова. Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1973. 516 с.

Зубов Н.Н. Сведения температуры гидрологической станции и гидрологического разреза // Записки по гидрографии. 1926. Т. 51. 125 с.

Иваненков В.Н. Способ оценки полной продукции в океане и практические рекомендации по его применению // Известия вузов. Геол. разведка. М., 1982. Рукопись деп. в ВНИИТИ, № 6310 – 82 ДЕП. 22 с.

Иванов С.А. Интегральный метод расчета характеристик биопродуктивности вод Баренцева моря // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: Материалы Третьей научно-практ. конф. мол. уч. ФГУП «ВНИРО» с международным участием. М.: Изд-во ВНИРО, 2012. С. 36–39.

Бобров Ю.А., Шмелева В.Л. Исследования первичной продукции в Баренцевом море // Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: изд. Кольского филиала АН СССР, 1985. С. 105–110.

Несветова Г.И. Влияние положения кромки льда в Баренцевом море на формирование биопродукционных районов // Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна: Сб. науч. тр. / ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995а. С. 111–121.

Несветова Г.И. Сезонная динамика и пространственная изменчивость вертикальной протяженности слоя фотосинтеза в Баренцевом море // Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна: Сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995 б. С. 65–89.

Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. 295 с.

Несветова Г.И., Рыжов В.М. Многолетние колебания содержания биогенных элементов и первичного продуцирования в водах Баренцева моря // Влияние океанологических условий на распределение и динамику популяций промысловых видов рыб: Докл. третьего советс.-норвежс. симпоз. Мурманск: ПИНРО, 1987. С. 56–70.

Рей Ф., Шулдад Х.Р., Слагстад Д. Первичная продуктивность в связи с климатическими изменениями в Баренцевом море // Влияние океанологических условий на распределение и динамику популяций промысловых видов рыб: Сб. докл. третьего советс.-норвежс. симпоз. Мурманск: ПИНРО, 1987. С. 28–55.

Сезонные изменения некоторых показателей продуктивности фитопланктона Баренцева моря. Бобров Ю.А. // Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. Апатиты: изд. Кольского филиала АН СССР, 1978. С. 37–52.

Титов О.В. Влияние адвективных факторов на формирование первичной продукции в Баренцевом море // Вопр. пром. океанологии Северного бассейна: Сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995. С. 122–130.

Титов О.В. Трансформация фосфатов и первичная продукция в Баренцевом море // Материалы отчетной сессии по итогам НИР ПИНРО в 1993 г. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1994. С. 296–311.

Титов О.В., Несветова Г.И. Гидрохимический атлас Баренцева моря. 2003 г. (пространственно-временная изменчивость содержания кислорода и минерального фосфора в водной толще). Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. 148 с.

КАРТЫ УЯЗВИМОСТИ АКВАТОРИИ И ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА ДЛЯ ПЛАНОВ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

О.П. Калинка, А.Н. Карнатов, П.С. Ващенко

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: kalinka@mmbi.info

Введение

По показателям концентрации и масштабам транспортной и промышленной деятельности Кольский залив не имеет аналогов в Арктическом регионе (Кольский ..., 1997). Кроме того, постоянно растет количество проектов, реализуемых и планируемых в Кольском заливе, так или иначе связанных с нефтегазовой отраслью, что ведет к повышенной экологической опасности. В связи с тем, что в суровых условиях крайнего севера создаются дополнительные риски аварийных ситуаций, необходимо наличие эффективной системы предупреждения и ликвидации разливов нефти (ЛРН). По рекомендациям международных организаций, ключевым моментом процесса планирования работ и самих операций по ликвидации аварийных разливов является «составление и обновление карт уязвимых зон. Эти карты дают важную информацию ликвидаторам разлива, показав, где находятся различные прибрежные ресурсы и обозначив экологически чувствительные зоны» (ИМО / IPIECA, 1996; 2010; ИМО / IPIECA/ OGP, 2012).

Ранее, в рамках проекта стратегической экологической оценки территорий при освоении Северо-Западного сектора Арктики (по хоздоговору с ООО «Питер Газ») нами проводилось картографирование уязвимости акватории Баренцева и Карского морей от разливов нефти. Эти картосхемы были выполнены в масштабе 1:7 500 000 (Калинка и др., 2012), что позволяет их использовать только как стратегические карты для общего планирования ликвидации нефтеразливов, поскольку они не могут дать ликвидаторам непосредственно на месте развернутого представления об уязвимости конкретных участков акваторий в случае аварии. Поэтому, в настоящей работе на основе рекомендаций международных организаций (ИМО / IPIECA/ OGP, 2012) проведенного анализа существующих российских (Погребов, 2010; Новиков, 2006; Блиновская, 2004) и зарубежных подходов к оценке уязвимости прибрежно-морских зон от нефти (SFT, 1996; SafetyAtSea, 2007; Van Bernem et al., 2005; OILECO, 2007; BRISK, 2009; МЕНРАs, 1999), а так же собственного опыта (Шавыкин и др., 2008; Шавыкин, Ильин, 2010; Ващенко, Калинка, 2011; Калинка и др., 2012) предложенная ранее методика (Калинка и др., 2012) была качественно доработана. Разработка и построение карт уязвимости берегов и морей от нефти (КУБИМОН) по обновленной методике дают возможность наиболее полно учитывать все важные аспекты подготовки исходных данных и уязвимости компонентов экосистемы от воздействия нефти. В том числе методика КУБИМОН предполагает подготовку карт уязвимости для использования при ликвидации разливов нефти.

Цель работы: подготовка тактических картосхем (масштаба 1:50 000) уязвимости прибрежно-морской зоны Кольского залива по обновленной методике для планов ликвидации разливов нефти на основании доступных данных о распределении биоты исследуемого района и данных о типах береговой линии.

Поставленные задачи:

1) На основе морских навигационных карт подготовить необходимый цифровой материал соответствующего масштаба (1:50 000): детальный контур береговой линии, контуры изобат.

2) Подготовить описание распределения биоты картографируемого района на основе фондовых данных и доступных опубликованных материалов, представленных специалистами соответствующего профиля. При этом, необходимо выделить районы наименьшей изученности с целью планирования дальнейших исследований.

3) При необходимости, откорректировать методику построения карт уязвимости акваторий и прибрежной зоны (Калинка и др., 2012) для наиболее полного учета параметров уязвимости, значимых при ликвидации разливов нефти.

Базовая карта исследуемого района

Для картографирования уязвимости исследуемого района была подготовлена базовая картосхема на основе оцифровки топографических и батиметрических данных. В качестве источника информации при подготовке цифрового материала служили бумажные и векторные навигационные карты Кольского залива (Морские карты ГУНиО МО №№ 15004, 15005 – 15007), масштаб карт 1:50 000 и 1:25 000, соответственно. Данные, представленные на указанных картах, были оцифрованы и привязаны к координатам с помощью инструментов ArcGIS 9.3. Результаты сохранялись в формате *.shp. Полученные файлы содержат детальный контур (масштаб 1:25 000) береговой линии и изобат. Все представляемые картосхемы уязвимости строились с использованием подготовленной топографической основы исследуемого района.

Исходные данные по распределению биоты Кольского залива

Для оценки уязвимости акватории Кольского залива совместно со специалистами было подготовлено картографическое описание плотности распределения основных, присутствующих в исследуемом районе, групп биоты по имеющимся данным. В качестве информационных источников использовались доступные опубликованные материалы, фондовые данные, а также экспертные оценки специалистов соответствующего профиля.

Изучение литературы по данному вопросу показало, что для северной части Кольского залива необходимые данные по распределению биоты отсутствуют, поэтому для дальнейшей работы был выбран район южного колена залива от устья рек Колы и Туломы до изгиба залива, севернее м. Мишуково и м. Пинагор. Изученность южного колена залива позволяет получить требуемую обеспеченность данными для расчета и построения карт уязвимости.

Исходные картосхемы создавались в формате *.shp и представляли собой распределение биомассы/численности групп и подгрупп биоты. Были представлены данные по сезонному распределению основных видов птиц, обитающих на акватории, а также характеристика плотности распределения макрофитов, средняя плотность распределения биомассы макрозообентоса и плотность распределения камчатского краба, представленные в целом за год, т.к. сезонная изменчивость фито- и зообентоса проявляется слабо. В отличие от предыдущих работ, данные на исходные картосхемы наносились не в виде рангов, а в единицах измерения, принятых для конкретной группы биоты (в г/м² для зоо- и фитобентоса; экз/м² для отражения плотности крабов; экз/км берега для птиц).

Временные границы сезонов были определены в соответствии с биологическими циклами птиц, т.к. только у птиц выражена сезонная изменчивость, которая не совпадает с календарными сезонами. Таким образом, для исследуемого района Кольского залива было принято следующее деление года на сезоны: зима (ноябрь, декабрь, январь) - когда птиц, практически, нет в исследуемом районе; весна (февраль, март, апрель) - период миграций, прилет птиц в Кольский залив; лето (май, июнь, июль) - период гнездования птиц; осень (август, сентябрь, октябрь) - начало обратных миграций, птицы скапливаются в группировки (птенцов уже нет), начинается отлет на юг.

Алгоритм построения карт уязвимости

В целом, общий алгоритм определения экологической уязвимости от воздействия нефти в разработанной методике КУБИМОН остался неизменным, были внесены принципиальные корректировки в отдельные его этапы. Для исследуемого района строились картосхемы «относительной» и «абсолютной» уязвимости от нефти среднего типа. По-прежнему, уязвимость составляют распределение обилия основных групп биоты и наличие абиотических и антропогенных компонентов среды, суммированных посезонно с учетом их уязвимости к нефтяному загрязнению.

Но можно выделить ряд существенных отличий:

- оценивается чувствительность различных типов берегов от воздействия нефти в соответствии с индексами ESI;
- в отдельную подгруппу выделяются виды, особо охраняемые и занесенные в Красные книги различного уровня, чтобы учесть их значимость для экосистемы;
- как уже упоминалось, для биоты исходные данные не ранжируются, а используются истинные значения плотности биомассы/численности в единицах измерения, принятых для конкретной группы биоты, которые затем приводятся к соответствующей площади;
- для перевода исходных данных в единые (относительные) единицы измерения и последующего корректного сложения карт компонентов биоты (групп/подгрупп /видов) между собой, дополнительно проводится их нормировка;
- нормировка проводится по двум направлениям: отдельно для карт «относительной» уязвимости – картосхемы распределения компонентов (групп) биоты нормируются на обилие соответствующей группы за сезон (т.е. значения плотности каждого полигона делятся на общую численность или биомассу за сезон); и для карт «абсолютной» уязвимости – картосхемы распределения компонентов (групп/подгрупп/видов) биоты нормируются на обилие соответствующей группы за год (т.е. значения плотности каждого полигона делятся на среднегодовую численность или биомассу). Таким образом, были получены распределения нормированных значений плотности обилия биоты в картографируемом районе: 1) нормированные на обилие за соответствующий сезон; 2) нормированные на среднегодовое значение обилия.

Результаты картирования уязвимости акватории и прибрежной зоны южного колена Кольского залива

В результате работы получено 2 набора тактических картосхем уязвимости от нефти усредненного типа в масштабе 1:50 000 для использования в планах ЛРН:

1. Картосхема распределения уязвимости береговой линии (рис. 1). Уязвимость береговой линии, представленная в системе индексов ESI на основании рекомендаций (NOAA, 1997), адаптированных к условиям Кольского залива (Калинка и др. 2008; Ващенко, Калинка, 2011). Основное назначение данного набора карт – показать наиболее уязвимые с точки зрения последствий разлива нефти участки берега. В методических указаниях NOAA (Introduction ..., 2008) для каждого типа береговой линии имеются: описание морфологии; предполагаемое поведение нефти при попадании на соответствующий тип берега; а так же указания ликвидаторам к проведению мероприятий по очистке для каждого конкретного типа берега.

Сезонных изменений типов берегов не происходит, вследствие чего уязвимость береговой линии представлена годовой картой (рис. 1). На картосхеме южного колена Кольского залива показаны характерные типы берегов: 1 - искусственные конструкции и портовые сооружения, 6 – гравийные и щебнистые пляжи, каменная осыпь, 7 - осыхающие отмели. Уязвимость возрастает с ростом значения индекса ESI. Наиболее уязвимыми являются участки береговой линии исследуемого района залива в устьях рек Лавна, Кола и Тулома, участок западного побережья, протяженностью порядка 2 км, у Абрам Мыса, а также кутловая часть Кольского залива, где распространяются осыхающие отмели.

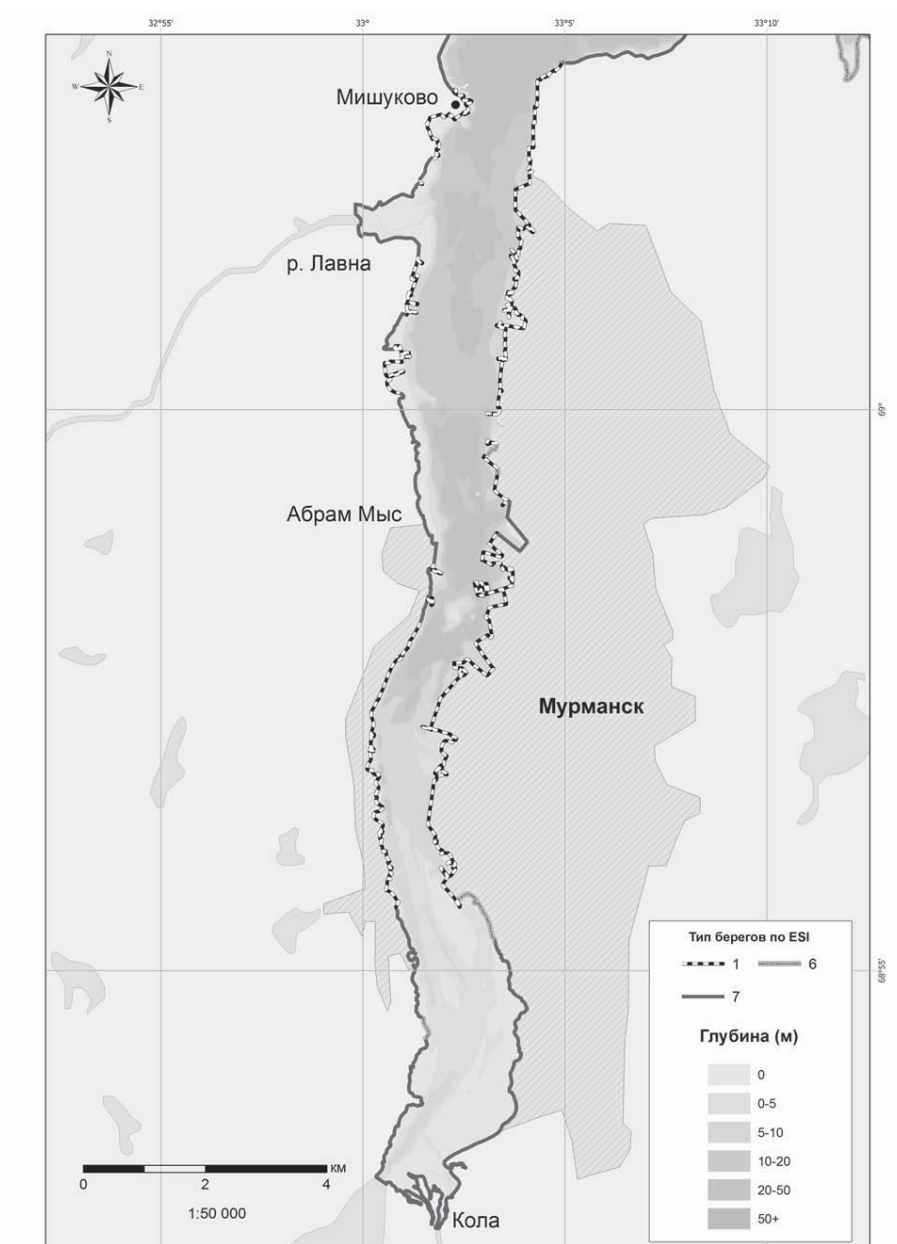


Рис. 1. Картограмма распределения индексов ESI южного колена Кольского залива: 1 - искусственные конструкции и портовые сооружения; 6 - гравийные и щебнистые пляжи, каменная осыпь; 7 - осыхающие отмели

2. Сезонные картограммы «относительной» интегральной уязвимости морской части прибрежной зоны (пример для зимы и лета представлен на рис. 2), являющиеся основным источником экологической информации об уязвимости акваторий при ликвидации разливов нефти. Такие картограммы отражают уязвимость изучаемого участка акватории в конкретный сезон, учитывая показатели обилия биоты (численность и плотность) исследуемого района.

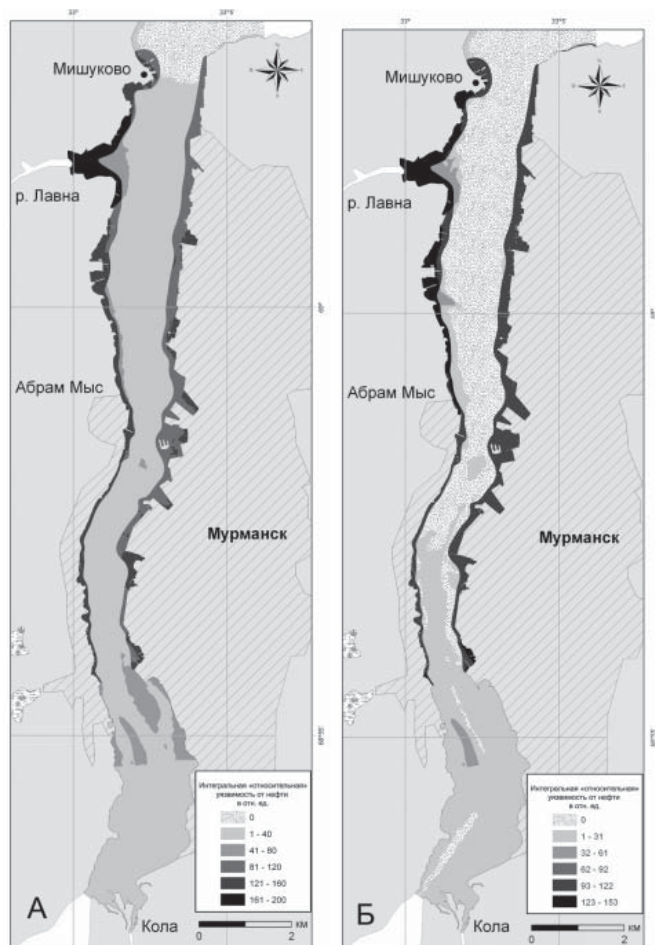


Рис. 2. Карты «относительной» интегральной уязвимости морской части прибрежной зоны южного колена Кольского залива. А – зима, Б – лето. Масштаб карты 1:50 000 формата А3

На картосхемах в виде шкалы из 5 градаций представлена уязвимость акватории (от минимальных до максимальных значений, соответственно). Высоко уязвимые районы, требуют особую приоритетность защиты, то есть их необходимо, в первую очередь, защищать в случае разлива от нефти.

На полученных картосхемах во все сезоны наиболее уязвимым (максимальная уязвимость) участком акватории южного колена Кольского залива является район устья реки Лавна. Повышенные значения уязвимости (от максимальной до высокой) наблюдаются в узкой полосе (шириной не более 500 м), прилегающей к западному берегу в районе Абрам- Мыса в северном и южном направлении. Прибрежная акватория порта (до 500 м шириной) от кутовой части залива вплоть до м. Пинагорий характеризуется значениями уязвимости от средней (зимой) до высокой (летом) (см. рис. 2а, 2б). Большая часть акватории, за исключением вышеописанных участков, имеет низкую уязвимость. Таким образом, самым уязвимым во все сезоны является западный берег южной части Кольского залива от устья р. Лавна до Абрам-Мыса, где наблюдается наибольшая концентрация биотических, абиотических и антропогенных компонентов среды.

3. Дополнительно был подготовлен набор сезонных картосхем «абсолютной» уязвимости акватории от воздействия нефти. Построенные картосхемы имеют единый для всего года диапазон изменчивости уязвимости (от минимального до максимального за год значения). Такие карты позволяют сравнивать уязвимости отдельного выбранного района для разных сезонов. Непосредственно при ликвидации разлива они не используются, однако могут дать полезную информацию, например, при выборе альтернатив реализации какого-либо проекта (выбор сезона проведения работ и др.).

Заключение и выводы

Для южного колена Кольского залива получены тактические интегральные картосхемы уязвимости (в масштабе 1:50 000), рекомендуемые для включения в состав планов ЛРН как инструмент учета экологической обстановки при ликвидации потенциальных разливов нефти (рис. 1, 2).

Картосхемы уязвимости подготовлены на основе детальных данных о батиметрии (изобаты) и топологии (контур береговой линии) района.

При построении картосхем уязвимости были использованы доступные фондовые и опубликованные материалы по распределению плотности биомассы/численности групп биоты, абиотических и антропогенных компонентов среды Кольского залива. Их анализ показал, что для северной части Кольского залива достаточные данные по распределению биоты отсутствуют, поэтому для обеспечения необходимыми данными требуются детальные исследования среднего и северного колен Кольского залива.

Построение картосхем уязвимости проводилось по обновленной методике КУБИМОН. Ее алгоритм учитывает как биотические компоненты, так и абиотические. В применяемой методике КУБИМОН не используется ранжирование, данные представляются в истинных значениях плотности биомассы/численности. Однако, остается ряд спорных вопросов по оценке параметров уязвимости учитываемых компонентов экосистемы от воздействия нефти. Также необходимо согласование окончательного оформления карт уязвимости с непосредственными пользователями.

На основании построенных картосхем уязвимости берегов по системе индексов ESI (рис. 1) выявлено, что наиболее уязвимыми участками береговой линии южного колена Кольского залива являются: устья рек Лавна, Кола и Тулома, участок западного побережья у Абрам-Мыса, а также кутовая часть залива.

Основная площадь акватории залива характеризуется низкой и средней уязвимостью, наибольшие значения уязвимости во все сезоны наблюдаются в районе западного берега Южной части Кольского залива от устья р. Лавна до Абрам Мыса (рис. 2). Уязвимые участки акватории представляют собой протяженные, но не широкие (порядка 500 м от берега) полосы.

Л и т е р а т у р а

Блиновская Я.Ю. Принципы создания информационной системы «Карты чувствительности прибрежно-морских зон к загрязнению нефтью» // Вестник ДВО РАН. 2004. №4. С. 63–73.

Ващенко П.С., Калинка О.П. Разработка базы данных для интерактивной карты чувствительности берегов Кольского залива к разливам нефти // Морские исследования экосистем Европейской Арктики (г. Мурманск, май 2011). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2011. С. 25–29.

Калинка О.П., Ващенко П.С., Карнатов А.Н. Оценка уязвимости окружающей среды Северо-Западного Сектора Арктики от прогнозируемых воздействий // XXX юбилейная конференция молодых ученых Мурманского морского биологического института, посвященная 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича (г. Мурманск, май 2012). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2012. С. 72–79.

Калинка О.П., Шавыкин А.А., Ващенко П.С. Оценка чувствительности берегов Кольского залива к нефтяному загрязнению // Нефть и газ арктического шельфа – 2008: Материалы международной конференции. Мурманск, 12-14 ноября. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2008. С. 168–178. Рус./англ.

Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 265 с.

Новиков М.А. Методология интегрированной оценки экологической уязвимости и рыбохозяйственной ценности морских акваторий (на примере Баренцева и Белого морей). Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. 250 с.

Погребов В.Б. Интегральная оценка экологической чувствительности биоресурсов береговой зоны к антропогенным воздействиям // Основные концепции современного берегопользования. СПб.: РГГМУ, 2010. Т. II. С. 43–85.

Шавыкин А.А., Ильин Г.В. Оценка интегральной уязвимости Баренцева моря от нефтяного загрязнения. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2010. 110 с.

Шавыкин А.А., Калинин О.П., Духно Г.Н., Сапрыгин В.В., Зырянов С.В. Оценка интегральной уязвимости акватории Баренцева моря к нефтяному загрязнению // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2008. № 3. С. 13–23.

BRISK. Project on sub-regional risk of spill of oil and hazardous substances in the Baltic Sea (BRISK) / Admiral Danish Fleet HQ, National Operations, Maritime Environment. Method note. Document no. P- 070618-1-01, Version 0.2, September 2009.

IMO / IPIECA. Sensitivity mapping for oil spill response. V. 1. London: IPIECA, 2010. 28 p.

IMO / IPIECA/OGP. Sensitivity mapping for oil spill response. April, 2012. 40 p. URL: http://www.ipecica.org/sites/default/files/publications/Sensitivity_Mapping_1.pdf. дата обращения 2013.03.04

Introduction to Environmental Sensitivity Index Map. 2008. 56 pp http://response.restoration.noaa.gov/ESI_Training

MEHRAs. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dft.gov.uk/pgr/shippingports/shipping/elc/secmehras/pdfmehras>, 1999.

MO / IPIECA. Составление карт экологически уязвимых зон при ликвидации разливов нефти. Т. 1. Лондон. IPIECA. 1996.

NOAA.. Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 2.0 NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 1997. 79 pp.

OILECO Integrating ecological values in the decision making process on oil spill combating in the Gulf of Finland. University of Helsinki, Palmenia Centre for Continuing Education. 22.01.2007. <http://hykotka.helsinki.fi/oileco>.

SafetyatSea. Offringa H.R., Lahr J. An integrated approach to map ecologically vulnerable areas in marine waters in the Netherlands (V-maps). RIKZ working document. Ministry of Transport, Rijkswaterstaat, National Institute for Marine and Coastal Management. Netherlands, 2007.

SFT. Beredskap mot akutt forurensing. Modell for prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs kysten. Report No. 1765/2000, Trondheim, Norway. 1996.

Van Bernem C., Krasemann H., Schiller H. Automated classification of an environmental sensitivity index // Environmental Monitoring and Assessment (Springer, 2005). 110: P. 291–299. <http://www.vps-web.de>

**СОДЕРЖАНИЕ МАННИТА, БЕЛКА И СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ В БУРЫХ
ВОДОРОСЛЯХ *F. VESICULOSUS* И *A. NODOSUM* БАРЕНЦЕВА,
БЕЛОГО И БАЛТИЙСКОГО МОРЕЙ**

М.П. Клиндух

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

e-mail: klindukh.maria@yandex.ru

Биохимический состав бурых водорослей представлен углеводами (моно- и полисахариды), азот содержащими веществами, липидами, пигментами, витаминами и другими веществами. Так же в состав бурых водорослей входит маннит – шестиуглеродный шестиатомный спирт,

который является одним из первичных продуктов фотосинтеза, а также выполняет функцию запасного вещества, участвует в процессах синтеза полисахаридов (Барашков, 1972). Его содержание зависит от вида водоросли, сезона сбора, условий произрастания и даже части слоевища, из которого он извлекается. Колебания в содержании маннита могут составлять от 1 до 30 % в зависимости от сезона сбора (Промысловые и перспективные..., 1998). В предыдущей работе нами выявлена положительная корреляционная связь между содержанием маннита в водорослях *F. vesiculosus* Баренцева моря и солёностью воды (Клиндух и др., 2011). Маннит является осмотическим диуретиком и применяется при отёках головного мозга, острой почечной и почечно-печёночной недостаточности, уменьшает задержку жидкости в организме при операциях с искусственным кровообращением (Машковский, 1997).

Казотсодержащим веществам водорослей относятся, главным образом, белки и свободные аминокислоты. Белки играют важную роль в жизни растений. Они выполняют структурные, каталитические, транспортные, защитные функции, участвуют в обмене веществ, в процессах роста, размножения и передачи наследственной информации (Кузнецов, Дмитриева, 2005). Содержание белков в бурых водорослях невысокое и зависит от условий обитания, стадии развития водоросли, возраста таллома, концентрации биогенов в воде, сезона года и других факторов (Камнев, 1989). В среднем, водоросли содержат от 5 до 15 % белка. Согласно нашим данным, у бурой водоросли *F. vesiculosus*, произрастающей в Баренцевом море, весной содержание белка выше, чем осенью (Клиндух, 2010). Белки являются важнейшими компонентами пищи практически, всех животных организмов, поэтому пищевая ценность продуктов, в основном, определяется именно их содержанием.

Состав свободных аминокислот специфичен для разных видов водорослей. В водорослях, обитающих на Камчатском побережье, обнаружены от 15 до 20 индивидуальных аминокислот. Наиболее массовыми среди них являются аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота и аланин (Клочкова, Березовская, 1997). В составе фукоидов Белого моря обнаружено 18 аминокислот, из них 7 незаменимых, а сезонные изменения количества аминокислот повторяют динамику накопления белка (Репина, 2005). В литературных источниках присутствуют данные о зависимости состава аминокислот от солёности у некоторых видов бурых водорослей, обитающих в губах Западного и Восточного Мурмана (Злобин, 1976). Ранее нами было определено, что в *F. vesiculosus* б. Белокаменная Баренцева моря, собранного весной, содержится больше свободных аминокислот, чем в этой же водоросли в остальные сезоны года. А также, что в апикальной части фукуса пузырчатого содержится больше свободных аминокислот, в том числе и незаменимых, чем в остальной части таллома (Клиндух, 2012). Сведения о содержании несвязанных аминокислот в водорослях являются важной характеристикой, поскольку это во многом определяет пищевую и лечебно-профилактическую ценность водорослевого сырья.

Цель данного исследования – определить содержание маннита, белка и некоторых свободных аминокислот в *F. vesiculosus* и *A. nodosum*, собранных в Белом, Балтийском и Баренцевом морях, и выявить среди них наиболее ценные бурые водоросли по содержанию данных веществ.

Материалы и методы

Материал для исследования был собран в летний период 2010-2011 годов в Баренцевом, Белом и Балтийском морях. Более подробные характеристики мест сбора проб представлены в таблице 1.

Объектом исследования послужили бурые водоросли видов *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*.

Т а б л и ц а 1

Некоторые абиотические характеристики мест сбора водорослей

Вид водоросли	Место сбора	Тип берега	Солёность, ‰	ИДВ*
<i>F. vesiculosus</i> <i>A. nodosum</i>	Район мыса Картиш губа Чупа (Белое море)	Открытый берег	21.0-22.0	высокая
<i>F. vesiculosus</i> <i>A. nodosum</i>	мыс Пробный губа Дальнезеленецкая (Баренцево море)	Слабо защищённый	31.5-34.0	средняя
<i>F. vesiculosus</i>	Район о. Ротшер Финский залив (Балтийское море)	Открытый берег	7.0-12.0	низкая

*ИДВ – интенсивность движения водных масс

Содержание маннита в бурых водорослях определяли методом обратного титрования (Cameron et al., 1948). Белок в водорослях определяли по модифицированному методу Лоури для бурых водорослей (Промысловые и перспективные..., 1998).

Для определения содержания свободных аминокислот использовали метод восходящего хроматографического разделения аминокислот на бумаге (Методы физиолого-биохимического исследования..., 1975; Методика количественной..., 1962).

Содержание свободного пролина, в отличие от остальных несвязанных аминокислот, определяли по методу Байтса (Bates et al., 1973).

Определение абсолютно сухой массы образцов проводилось согласно общепринятой методике (ГОСТ 26185 – 84).

Все полученные данные были обработаны в программе Microsoft Excel с использованием математических и статистических формул (Ивантер, Коросов, 2003).

Результаты и обсуждение

В результате исследования биохимического состава водорослей были получены данные, представленные в таблицах 2 и 3.

Т а б л и ц а 2

Химический состав бурых водорослей, % от абсолютно сухой массы

Вид водоросли	Место сбора	Маннит	Белок	Сумма свободных аминокислот
<i>F. vesiculosus</i>	Белое море	12.11 ± 0.61	2.63 ± 0.37	10.36 ± 1.55
	Балтийское море	4.02 ± 0.33	0.11 ± 0.02	1.83 ± 0.27
	Баренцево море	12.13 ± 0.13	1.47 ± 0.22	5.2 ± 0.78
<i>A. nodosum</i>	Белое море	8.40 ± 1.06	1.17 ± 0.25	7.07 ± 1.06
	Баренцево море	8.03 ± 0.61	0.83 ± 0.12	6.83 ± 1.02

Как видно из данных, представленных в таблице 2, содержание маннита в исследуемых бурых водорослях составляет 4 – 12 %. При этом наибольшее содержание маннита обнаружено в *F. vesiculosus*, собранном в Белом и Баренцевом морях, а наименьшее – в *F. vesiculosus* из Балтийского моря. Водоросли вида *A. nodosum* содержат меньше маннита,

чем водоросли вида *F. vesiculosus*. Несмотря на разные условия произрастания, *F. vesiculosus* из Белого моря и *F. vesiculosus* из Баренцева моря содержат одинаковое количество маннита. Такая же особенность в содержании маннита наблюдается и для водорослей вида *A. nodosum* из Белого и Баренцева морей.

Содержание белка в зависимости от места сбора составило от 0.11 до 2.63 % в водорослях вида *F. vesiculosus* и от 0.83 до 1.17 % в водорослях вида *A. nodosum*. Наибольшее содержание белка определено в *F. vesiculosus* из Белого моря, а наименьшее – в *F. vesiculosus* из Балтийского моря. Водоросли вида *F. vesiculosus*, собранные в тех же местах произрастания, содержат больше белка, чем водоросли вида *A. nodosum*. При этом бурые водоросли, обитающие в Белом море, содержат больше белка, чем соответствующие виды, собранные в Баренцевом море.

Суммарное содержание свободных аминокислот у водоросли вида *F. vesiculosus* варьирует в больших пределах в зависимости от места сбора: от 1.83 % у балтийского фукуса до 10.36 % у беломорского фукуса. *F. vesiculosus*, собранный в Баренцевом море, содержит в 2 раза меньше свободных аминокислот, чем *F. vesiculosus* из Белого моря. А у вида *A. nodosum* суммарное содержание свободных аминокислот незначительно отличается в зависимости от места сбора водоросли (табл. 2). Беломорский фукус содержит в 1.5 раза больше свободных аминокислот, чем беломорский аскофиллум, а фукус из Баренцева моря, по сравнению с аскофиллумом из этого же моря, содержит в 1.3 раза меньше несвязанных аминокислот.

Что касается содержания отдельных свободных аминокислот, то у водорослей вида *F. vesiculosus*, независимо от места сбора, в составе преобладают аспарагиновая и глутаминовая кислоты. При этом, *F. vesiculosus* из Белого моря также содержит большое количество гистидина, по сравнению с остальными входящими в его состав свободными аминокислотами, а у *F. vesiculosus* из Балтийского и Баренцева морей в составе свободных аминокислот преобладают ещё аланин и пролин. У водорослей вида *A. nodosum* в составе свободных аминокислот содержится значительное количество гистидина и аспарагиновой кислоты. В беломорском аскофиллуме также содержится много глутаминовой кислоты, а в баренцевоморском – аланина (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Содержание некоторых свободных аминокислот в бурых водорослях, % от суммы свободных аминокислот

Аминокислоты	<i>F. vesiculosus</i>			<i>A. nodosum</i>	
	Белое море	Балтийское море	Баренцево море	Белое море	Баренцево море
аланин	5.1	16.7	8.0	5.7	6.2
аспарагиновая кислота	10.5	13.7	11.1	11.1	6.1
валин	0.4	следы	следы	0.5	0.6
гистидин	18.5	5.3	6.6	10.7	12.4
глицин	2.4	1.1	4.5	4.2	3.0
глутаминовая кислота	10.6	10.7	9.0	6.6	3.8
изолейцин+лейцин	0.5	следы	1.3	1.0	1.7
лизин	2.0	следы	0.8	2.2	1.9
пролин	3.2	8.5	9.0	2.4	3.8
тирозин	0.5	следы	1.9	0.5	1.1
фенилаланин	1.3	следы	1.9	0.3	1.4

Из незаменимых аминокислот в исследуемых водорослях были определены аминокислоты: валин, лейцин, изолейцин, лизин и фенилаланин, а из частично заменимых – гистидин. Наибольшее содержание валина, лизина, фенилаланина и гистидина определено в

F. vesiculosus из Белого моря, а наибольшее содержание лейцина и изолейцина – в *A. nodosum* из Баренцева моря. В баренцевоморском аскофиллуме содержание всех перечисленных незаменимых аминокислот выше, чем в баренцевоморском фукусе и беломорском аскофиллуме. *A. nodosum*, произрастающий в Баренцевом море, превосходит все остальные исследуемые водоросли по процентному соотношению незаменимых аминокислот к сумме свободных аминокислот.

На содержание биохимических веществ в водорослях влияет целый комплекс различных факторов окружающей среды. Движение водных масс способствует увеличению поглощения биогенов водорослями и повышает ассимиляцию, но слишком высокая скорость течения препятствует поглощению водорослями биогенных элементов (Рыжик, 2005). Солёность и её колебания также влияют на содержание маннита, белка и пролина в бурых водорослях (Барашков, 1972; Клиндух, 2009; Клиндух и др., 2011). Осушение, которому подвергаются водоросли во время отлива, оказывает стимулирующее действие на поглощение соединений азота из воды (Камнев, 1989). Существенное влияние на содержание биохимических веществ в водорослях оказывает количество биогенных элементов в воде, которые необходимы для протекания процессов ассимиляции в растениях. Существует много факторов окружающей среды, которые в комплексе оказывают положительное или отрицательное воздействие на накопление тех или иных веществ в водорослях. При этом, одни и те же факторы могут как стимулировать накопление одних соединений, так и негативно влиять на содержание других биохимических компонентов в растениях.

По результатам данного исследования в водорослях, собранных в Белом море, содержится больше белка и свободных аминокислот, чем в остальных исследуемых растениях. Поэтому можно сказать, что комплекс природных факторов, который существует в районе произрастания водорослей из Белого моря, в большей степени способствует накоплению азотистых соединений в *F. vesiculosus* и *A. nodosum*, чем природные условия в районах произрастания фукусовых водорослей из Баренцева и Балтийского морей. Содержание маннита в *F. vesiculosus* и *A. nodosum* из Белого и Баренцева морей одинаково, что свидетельствует о схожести условий окружающей среды, способствующих аккумуляции маннита в этих видах водорослей.

Выводы

Среди всех исследованных образцов водорослей наиболее ценными по содержанию маннита, белка и свободных аминокислот оказались водоросли вида *F. vesiculosus*, произрастающие в районе мыса Картиш Белого моря. Наименьшее содержание всех исследуемых биохимических веществ было обнаружено в *F. vesiculosus*, произрастающем в районе острова Ротшер Финского залива Балтийского моря.

У водорослей вида *F. vesiculosus* в составе свободных аминокислот преобладают аспарагиновая и глутаминовая кислоты, а у *A. nodosum* – гистидин и аспарагиновая кислота. По суммарному содержанию незаменимых аминокислот выделяется вид *A. nodosum*, произрастающий в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря.

Водоросли вида *F. vesiculosus* содержат больше маннита и белка, чем водоросли вида *A. nodosum*.

Л и т е р а т у р а

Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. М.: Изд. «Пищевая промышленность», 1972. 336 с.

ГОСТ 26185 – 84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Введён 01.01.85. М.: Изд-во стандартов, 2004. 34 с.

Злобин В.С. Первичная продукция и культивирование морского фитопланктона. М.: Пищевая промышленность, 1976. 248 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 304 с.

Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. М.: Изд-во МГУ, 1989. 200 с.

Клиндух М.П. Исследование содержания общего белка в бурых водорослях, произрастающих в различных биотопах Восточного Мурмана // Мат. XXVII конф. молод. уч. ММБИ. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2009. С. 99–105.

Клиндух М.П. Маннит и общий белок в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* // Мат. XXVIII конф. молод. уч. ММБИ. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2010. С. 123–130.

Клиндух М.П. Содержание некоторых свободных аминокислот в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* б. Белокаменная Кольского залива Баренцева моря // Мат. XXX юбилейной конф. молод. уч. ММБИ. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2012. С. 90–97.

Клиндух М.П., Облучинская Е.Д., Матишов Г.Г. Сезонные изменения содержания маннита и пролина в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Мурманского побережья Баренцева моря // Докл. академии наук. 2011. Т. 441, № 1. С. 1–4.

Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав / Отв. ред. В.С. Леви. Владивосток. Петропавловск-Камчатский: Даль-наука, 1997. 155 с.

Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.. Физиология растений: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2005. 736 с.

Машковский М.Д. Лекарственные средства. В 2 т. Харьков: Торсинг, 1997. Том 1. 560 с; Том 2. 592 с.

Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений / Отв. ред. О.А. Семихатова. М.: Изд. Акад. наук СССР, 1962. 87 с.

Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / Отв. ред. А.В. Топачевский. Киев: «Наукова Думка», 1975. 248 с.

Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1998. 630 с.

Репина О.И. Фукоиды Белого моря: химический состав и перспективы использования // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Мат. второй науч.-практич. конференции. М.: Изд-во ВНИРО. 2005. С. 216–219.

Рыжик И.В. Морфофункциональные особенности промысловых водорослей из разных биотопов Баренцева моря: Автореф. дис. ...канд. биол. наук (25.00.28). Мурманск, 2005. 25 с.

Bates L. S., Waldren S. P., Teare I. D. Rapid Determination of Proline for Water-Stressed Studies // Plant Soil. 1973. V. 39. P. 205–207.

Cameron M.C., Ross A.G., Percival E.G.V. Methods for the routine estimation of mannitol, alginic acid and combined fucose in seaweeds // J. Soc. Chem. Ind. 1948. V. 67. P. 161–164.

РОЛЬ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЮЛЕНЯ В БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

В.В. Лазуренко

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: matsudaattention@mail.ru

В последние годы стало актуальным использование морских млекопитающих в нефтегазодобывающей промышленности и военных целях. При этом, необходимым условием является четкое определение перечня работ, выполняемых животным. Большинство работ связано с обнаружением и поиском объектов (Морские млекопитающие..., 2010). Для качественного выполнения поставленных задач основными факторами являются: начальная подготовка, определение и развитие рабочих качеств.

Тренировка морских млекопитающих заключается в выработке определенной реакции на те или иные условные раздражители, т.е. путем последовательного воздействия на животное различными раздражителями выработать у него желательные ответные реакции и затормозить ненужные.

Но надо помнить, что любой организм несет в себе индивидуальный набор генов, определяющий свойства центральной нервной системы (ЦНС). Это может означать, что особи при благоприятных условиях имеют ту или иную предрасположенность в своем развитии, характерную для данной популяции. При нахождении молодого животного в не свойственной его виду среде, развитие генетически определенных свойств высшей нервной деятельности (ВНД) может достаточно резко различаться по сравнению с их развитием в привычной среде (Шкляревский и др., 2005).

Академиком И.П.Павловым (1973) было отмечено, что у некоторых животных положительные условные рефлексы образуются быстро, а тормозные – медленно. У других животных, наоборот, положительные условные рефлексы вырабатываются медленно, а тормозные – быстрее. У третьей группы животных и те, и другие рефлексы вырабатываются легко и прочно закрепляются. Следовательно, действие тех или иных раздражителей зависит не только от их качества, но и от типологических особенностей высшей нервной деятельности животного. Под типологическими особенностями высшей нервной деятельности понимается динамика протекания нервных процессов (возбуждения и торможения) у отдельных индивидуумов. ВНД была охарактеризована тремя типологическими свойствами:

- 1) силой нервных процессов;
- 2) уравновешенностью нервных процессов;
- 3) подвижностью нервных процессов.

В зависимости от сочетания вышеуказанных свойств выделяются четыре типа высшей нервной деятельности: безудержный, живой, спокойный, слабый (Павлов, 1973).

Основываясь на учении о ВНД, нами была проведена экспериментальная работа по выявлению типологических индивидуальных особенностей гренландских тюленей.

Цель работы разработка и практическое применение методики, позволяющей определить типологические индивидуальные особенности тюленя и на основе этих данных наиболее эффективно задействовать его в биотехнической системе.

Экспериментальные исследования проводились на биотехническом аквакомплексе ММБИ м. Тоня (Кольский залив Баренцева моря), где условия приближены к естественным (температура воды и воздуха, осадки, ледовая обстановка, наличие антропогенного загрязнения).

В качестве объекта исследований были использованы 4 самки гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus*) в возрасте до полугода.

Тренировочный процесс был организован следующим образом. Ежедневно в утреннее (10-11 часов) и вечернее (17-18 часов) время проводились работы по отработке навыков общей и начальной подготовки для выработки у животных условных рефлексов на заданные раздражители. В качестве раздражителей были использованы голосовые и жестовые команды тренера: Команда «таргет»; стартовая позиция (команда «рядом в воде», команда «в воду», команда «рядом на помосте», следование за тренером); тактильный контакт (команда «лежать», команда «погладить», команда «перевернись»); надевание сбруи; заход в лодку.

Каждая команда «требует» от нервной системы тюленя как возбуждения, так и торможения. Команды можно разделить на простые или базовые («таргет», стартовая позиция и тактильный контакт) и комплексные (надевание сбруи и заход в лодку). В простых командах тюленю надлежит выполнить какое-либо одно действие. Комплексные команды состоят из поочередно выполняемых простых команд.

Проанализировав процесс обучения и выполнения каждой команды, можно было определить характеристики процессов возбуждения и торможения, их уравновешенность и лабильность.

Также учитывались факторы, действующие на выработку условных рефлексов, а именно: частота возникновения и прочность условных рефлексов, а также способность к дифференцировке раздражителей. Все эти факторы обусловлены генетическими и приобретенными в течение жизни совокупности нервных процессов. Поэтому, в разработанной нами схеме учитывались сила, уравновешенность и подвижность нервных процессов, а также время и степень устойчивости навыка при формировании новых условных рефлексов.

При отработке команды «таргет» были отмечены следующие особенности: тюлени № 2 и №3 быстрее реагируют на подаваемую команду. Тюлени № 1, 2 и 4 удерживают таргет продолжительное время, тюлень №3 плохо удерживает позицию и часто не дожидается завершающего бридж сигнала.

При отработке стартовой позиции и тактильного контакта тюлень № 3 хорошо выполняет двигательные элементы подаваемых команд, но плохо выполняет элементы, связанные с иммобилизацией. Тюлень №2 одинаково хорошо выполняет как двигательную, так и иммобилизационную части команд. Тюлени под № 1 и №4 хорошо выполняют те части команд, которые связаны с удержанием позиции, но неудовлетворительно выполняют двигательные элементы и часто путают подаваемые команды.

При надевании сбруи, в связи со сложностью этого элемента, у всех тюленей наблюдались сбои в работе. Отмечено, что тюлень №2 наиболее быстро успокаивался и отработка элемента продолжалась. Тюлень №3 после сбоя продолжал тренировку, но долго не мог успокоиться и допускал многочисленные ошибки. Тюлени №1 и №4 после сбоя подолгу не реагировали на команды тренера и, в отличие от животных №2 и №3, старались держаться подальше от человека.

Команда захода в лодку состоит из двух основных элементов: активного (когда тюлень должен занырнуть под лодку, набрать необходимую скорость и выпрыгнуть на борт лодки) и пассивного (когда тюлень должен продолжительное время неподвижно лежать в лодке). Именно в этой команде наиболее полно сочетаются процессы возбуждения и торможения. Особый интерес представлял начальный этап, когда тюленю предстояло научиться заходу в лодку, так как для этого необходимо было набрать достаточную скорость для прыжка. На этом этапе характеристики тюленя №2 оценить было сложно, так как он, являясь самым крупным и физически развитым из группы, без труда запрыгивал в лодку. Неподвижную позицию

удерживал в течение длительного времени. Тюлень №2 постоянно предпринимал попытки запрыгнуть на лодку не разогнавшись предварительно, в итоге уставал и отработку элемента приходилось прекращать. Когда тюлень №2 научился заходу в лодку неподвижную, позицию не выдерживал и постоянно самовольно уходил в воду и запрыгивал обратно. Тюлени №1 и №4 заходу в лодку обучались долго, во время сбоев старались отплыть от тренера и часто не реагировали на его команды.

На основании полученных результатов исследования мы можем предположить, что тюлень №3 относится к «живому» типу высшей нервной деятельности, т.к. такой тип характеризуется силой нервных процессов, их уравновешенностью и высокой подвижностью. Особенным преимуществом при этом является то, что у животных преобладает высокая скорость смены процессов возбуждения и торможения. Уравновешенность и подвижность нервных процессов обеспечивают более быстрое и эффективное приспособление к обстановке. Это говорит о том, что при дальнейшем обучении данное животное сможет выполнять любые поставленные перед ним задачи.

Тюлень №2 относится к «безудержному» типу, с явным преобладанием процессов возбуждения. Это животное целесообразно использовать для процедур, не требующих длительных комплексных манипуляций, например, поиск и подъем предметов со дна и противодействие подводным диверсантам.

Тюлени №1 и №4 предположительно относятся к «спокойному» типу, т.к. данный тип характеризуется повышенной силой нервных процессов, их уравновешенностью, но малой подвижностью. Это говорит о том, что у тюленей тормозные процессы в большей степени преобладают над процессами возбуждения. Следовательно, такие животные с недостаточной подвижностью нервных процессов не могут быстро приспособиться к измененным условиям, что нередко вызывает невротические состояния. Обычно с такими животными работают в одном четко выбранном направлении (подъем или поиск, определение объектов).

В ходе данной работы была апробирована разработанная методика – отработаны команды и сформирован навык начальной и общей подготовки, определены типологические свойства высшей нервной деятельности, индивидуальные способности животных к обучению по формированию навыков специальной подготовки. Таким образом можно говорить о том, что данная методика может быть использована для оценки способности животных и определения дальнейших выполняемых ими работ.

Л и т е р а т у р а

Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения: Методическое пособие / Г.Г. Матишов, В.Б. Войнов, А.Л. Михайлюк, А.Р. Трошичев, А.С. Гладких, В.Н. Светочев. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131с.

Павлов И.П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. М.: Наука, 1973. 655 с.

Шкляревский С.Е., Самыгин Ф.И., Гудкова Е.Н. Учебник специалиста – кинолога ОВД. Ростов-на-Дону: РШ СРС МВД РФ, 2005. 591с.

ДИМЕТИЛСУЛЬФИД КАК ВЕРОЯТНОЕ «СИГНАЛЬНОЕ» ВЕЩЕСТВО ПРИ ПОИСКЕ ПИЩИ У ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ

Ю.В. Литвинов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: litvinov-y@mail.ru

Многие виды ластоногих совершают длительные миграции к местам нагула. По данным телеметрического наблюдения за миграциями северных морских котиков (*Callorhinus ursinus*) (Loughlin et al., 1987) и обыкновенных тюленей (*Phoca vitulina*) (Thompson and Miller, 1990) видно, что животные перемещаются с лежбища на побережье до места кормления в открытом море и обратно по кратчайшему маршруту. Для обоих видов ластоногих также было показано, что они регулярно возвращаются к конкретным областям кормления. Гренландские тюлени (*Phoca groenlandica*) беломорской популяции совершают ежегодные миграции от мест размножения и щенки (центральная часть Белого моря) до мест нагула (север Баренцева моря от архипелага Шпицберген до о-вов Северная Земля) и обратно (Кондаков и Зырянов, 1999). Эти данные подтверждаются спутниковым наблюдением за мечеными сеголетками гренландских тюленей, проводимым ММБИ в 2010 году (Матишов и др., 2011). Но остается неясным вопрос, по каким признакам животные ориентируются во время этих миграций. Есть сведения о том, что молодые гренландские тюлени двигаются по ветру во время миграций на север, возможно ориентируясь по запахам (Sergeant, 1970). Одним из вероятных «сигнальных» веществ, используемых животными при поиске пищи, может быть диметилсульфид (ДМС). Морские птицы, например, могут ориентироваться при поиске пищи на концентрацию диметилсульфида над морем (Nevitt et al., 1995; Nevitt, 2000). Пингвины резко увеличивают свою двигательную активность в местах распыления ДМС, вероятно, используя его запах для поиска пищи (Culik, 2001). Возможно, что по наличию в воде ДМС находят места скопления планктона некоторые виды акул (Sims and Quayle, 1998) и рифовых рыб (DeBose et al., 2008). Таким образом, существующие сведения позволяют утверждать, что ДМС может использоваться различными морскими животными в качестве обонятельного ориентира при поиске пищи.

Диметилсульфид (C_2H_6S) является бесцветной летучей жидкостью с неприятным запахом, плохо растворимой в воде (Справочник химика, 1964). Диметилсульфид образуется в ходе метаболического разложения диметилсульфониопрессионата ($(CH_3)_2S+CH_2CH_2COO-$), выделяемого в воду фитопланктоном (*Phaeocystis pouchetii* и др.) в период его цветения (Kiene et al., 2000). Этот процесс ускоряется в ходе клеточного старения (Nguyen et al., 1988) при поедании фитопланктона зоопланктоном (Dacey and Wakeham, 1986; Wolfe and Steinke, 1996) и при поедании самого зоопланктона (Daly and DiTullio, 1996). Растворенный в воде ДМС выделяется в атмосферу, создавая высокую концентрацию в биопродуктивных зонах (Burgermeister et al., 1990; Andreae et al., 1994). Ее уровень может оставаться достаточно высоким на протяжении нескольких дней (Ledyard and Dacey, 1996). Таким образом, концентрация ДМС над акваторией напрямую связана с биопродуктивностью в конкретном районе (Burgermeister et al., 1990; Andreae et al., 1994). В ходе ряда исследований наиболее высокие концентрации ДМС фиксировались на небольшой высоте от поверхности моря, что указывает на то, что дышащие атмосферным воздухом ластоногие вполне могут обнаруживать присутствие ДМС в атмосфере (Ferek et al., 1986).

Обоняние ластоногих исследовано недостаточно. Но существующие на сегодняшний день работы позволяют сделать определенные выводы. Ластоногие сохранили основные мозговые структуры и органы обоняния (Binnida-Emonds, 2000), в том числе вомероназальный орган (Hoelzel, 2002). Структура обонятельного эпителия морского котика типична для сухопутных млекопитающих (Кузин и Соболевский, 1976). Ряд исследований указывает на важность обоняния у ластоногих в постнатальный период и для ориентации в пространстве (Bartholomew, 1959; Burton et al., 1975; Kovacs, 1987; 1995; Чечина, 2004). Тюлени способны различать различные обонятельные раздражители (Laska et al., 2008; 2010), в том числе и ДМС (Kowalewsky et al., 2006) и их острота обоняния существенно превосходит остроту обоняния человека. Таким образом, обоняние может играть более важную роль в экологии ластоногих.

Питание гренландских тюленей беломорской популяции к сегодняшнему дню изучено недостаточно (Мишин, 2001). По данным большинства авторов, основу питания беломорского лысуна в местах нагула составляют пелагические ракообразные (в первую очередь, бокоплавы). Рыбные корма имеют второстепенное значение и основным поедаемым видом является сайка (Назаренко, 1984, 1986; Мишин, 2001). Практически, все исследователи отмечают существенные возрастные и сезонные различия в питании гренландского тюленя. Молодые животные являются более выраженными планктонофагами (Смирнов, 1927), взрослые, преимущественно, полифаги (Назаренко, 1986; Мишин, 2001). Сезонные различия заключаются в том, что в период нагула (июнь – сентябрь) основу кормовой базы беломорского лысуна составляют ракообразные (Nilssen et al., 1995; Мишин, 2001). Во время осенней миграции (сентябрь – декабрь), когда большая часть животных концентрируется в юго-восточной части Баренцева моря, преобладающим объектом питания становится сайка (Чапский, 1961). Таким образом, помимо зоопланктона важную роль в питании беломорского лысуна играет сайка, которая сама является потребителем зоопланктона (Боркин и др..., 1987).

В полярных и субполярных регионах в связи с ярко выраженной сезонной динамикой планктона происходит сильное выделение ДМС в атмосферу в период его цветения (Crocker et al., 1995). В Баренцевом море фотосинтез планктона начинается в апреле – мае и продолжается до сентября – октября (Киселев, 1980). В северной части Баренцева моря рост биомассы фитопланктона определяется прикромочным цветением, начинающимся в июне и продолжающимся весь теплый период. Одним из доминирующих видов микроводорослей в ней является *Phaeocystis pouchetii* (Дружкова, 2011). На основании созданных карт передвижения меченных животных видно, что они пересекли Баренцево море и вышли к местам нагула (рис.1,2,3,4) в июле – августе (Моисеев и др., 2011). При этом они не продвигались вдоль береговой линии, о чем свидетельствуют более ранние источники (Дорофеев, 1960; Кондаков, 1995), а перемещались в центральной части Баренцева моря. В июле меченный щенок № 97603 вышел к южному берегу архипелага Шпицберген и до ноября перемещался на незначительные расстояния между ним и архипелагом Земля Франца Иосифа, вероятно кормясь (рис. 2). В конце августа в этот же район вышел тюлень с меткой № 84578 и оставался там до 14 сентября, когда перестал функционировать датчик, установленный на животном (рис. 1). Тюлени № 97601 и 97602 оставались в центральной части Баренцева моря до сентября, вероятно кормясь там (рис. 3, 4). В середине сентября животное с меткой № 97601 было отмечено в вышеуказанном районе. В конце сентября в тот же район вышел и тюлень с меткой № 97602 и оставался там до последнего сигнала с его датчика, зафиксированного 4 ноября (рис.4). Таким образом, все тюлени во время вегетации планктона заходили в северную часть Баренцева моря, а трое из них оставались там достаточно продолжительное время. Вероятно, при поиске пищи они могли ориентироваться по запаху ДМС, вырабатываемого фито- и зоопланктоном.



Рис. 1. Передвижение гренландского тюленя с меткой № 84578 по данным спутниковой телеметрии ARGOS с 9 апреля 2010 г. по 14 сентября 2010 г.

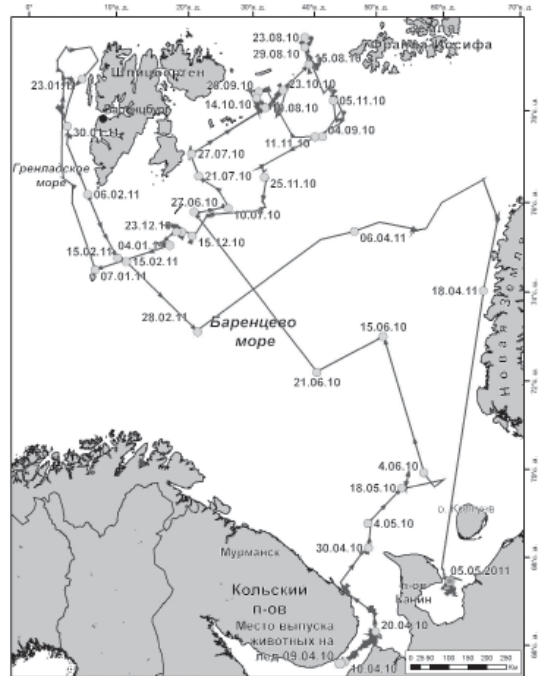


Рис. 2. Передвижение гренландского тюленя с меткой № 97603 по данным спутниковой телеметрии ARGOS с 9 апреля 2010 г. по 5 мая 2011 г.

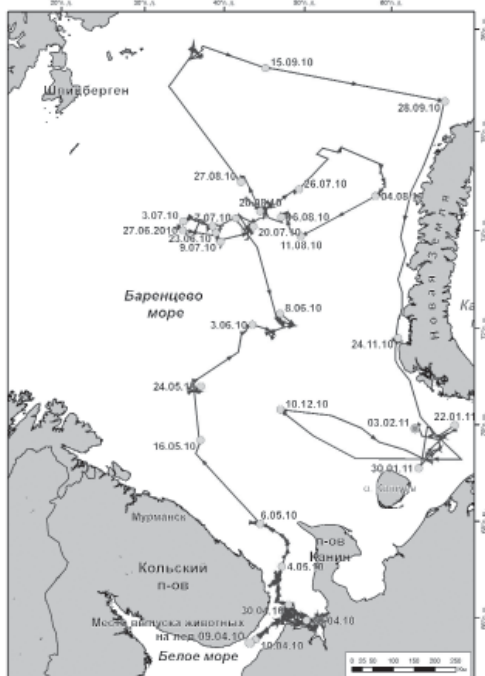


Рис. 3. Передвижение гренландского тюленя с меткой № 97601 по данным спутниковой телеметрии ARGOS с 9 апреля 2010 г. по 3 февраля 2011 г.



Рис. 4. Передвижение гренландского тюленя с меткой № 97602 по данным спутниковой телеметрии ARGOS с 9 апреля 2010 г. по 4 ноября 2010 г.

В ходе экспериментальных работ на полигоне ММБИ в Кольском заливе в июле-августе 2012 года нами была установлена способность гренландских тюленей беломорской популяции отличать запах ДМС от запаха другого вещества. Для эксперимента были выбраны две самки беломорского лысуна возрастом 6 месяцев. Время проведения эксперимента примерно соответствовало выходу тюленей к местам нагула во время миграций. Экспериментальные работы проводились по разработанной нами ранее методике (Литвинов, 2012). В качестве положительного раздражителя (S+) использовался 10% раствор сульфида этана. Объем используемого за один раз вещества составлял 2 мл. В качестве отрицательного раздражителя (S-) использовался 10% раствор камфорного масла. Объем его также составлял 2 мл. В ходе эксперимента оба животных продемонстрировали 100%-ю результативность. Полученные данные свидетельствуют о способности гренландских тюленей беломорской популяции отличать запах ДМС от запаха другого вещества.

Хотя для полноценной оценки значимости обоняния в жизни гренландских тюленей необходимо провести ряд дополнительных исследований, полученные данные свидетельствуют о том, что обоняние играет важную роль в экологии этих животных.

Автор благодарит сотрудников лаборатории планктона и лаборатории инженерной экологии за консультации и за помощь в подборе материалов для данной статьи.

Л и т е р а т у р а

Боркин И. В., Пономаренко В. П., Третьяк В. Л., Шлейник В. Н. Сайка *Boreogadus saida* (Lepeschin) – рыба полярных морей (запасы и использование) // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. 1987. С. 183–207.

Дорофеев С.В. Основные черты годового цикла жизни беломорского лысуна // Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера. М.: ВНИРО-ПИНРО, 1960. С. 23–37.

Дружкова Е. И. Биопродуктивность и фитопланктонные сообщества Баренцева, Белого и Карского морей // Комплексные исследования больших морских экосистем России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 116–155.

Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: «Наука». 1980. С. 122–153.

Кондаков А.А. Зырянов С.В. Современное состояние популяций и особенности биологии ластоногих // Адаптация и эволюция живого населения полярных морей в условиях океанического перигляциала. Апатиты, 1999. С. 259–270.

Кондаков А.А. Млекопитающие // Биологические ресурсы побережья Кольского полуострова. Современное состояние и рациональное использование. Апатиты, 1995. С. 117–130.

Кузин А.Ю., Соболевский Ю.И. Морфологические и функциональные особенности дыхательной системы морских котиков // Материалы VI Всесоюз. конференции по изучению морских млекопитающих. Киев, 1976. С. 168–170.

Литвинов Ю. В. Обонятельная чувствительность серых тюленей к сульфиду этана // Материалы XXX юбилейной конференции молодых ученых ММБИ. Мурманск, 2012. С. 108–111.

Матишов Г. Г., Светочев В. Н., Кавцевич Н. Н., Ишкулов Д. Г. Спутниковое мечение щенков гренландского тюленя в 2010 году // Морские животные на службе человеку. Материалы научно-практического семинара. Ростов-на-Дону, 2011. С. 47–52.

Моисеев Д.В., Духно Г.Н., Дерябин А.А. Изучение маршрутов передвижения гренландских тюленей со спутниковыми метками // Морские животные на службе человеку: Материалы научно-практического семинара (4 октября 2010г., Североморск) / отв. ред. академик Г.Г. Матишов. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. С. 53–56.

Мишин В.Л. Роль гренландского тюленя в экосистемах Белого и Баренцева морей // Гренландский тюлень: современный статус вида и его роль в функционировании экосистем Белого и Баренцева морей / Коллектив авторов. Отв. редактор академик РАН, профессор Г.Г. Матишов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2001. С. 157–181.

Назаренко Ю.И. Биология и промысел беломорской популяции гренландского тюленя // Морские млекопитающие. Сер. Биол. ресурсы гидросферы и их использование. М.: Наука, 1984. С. 109–117.

Назаренко Ю.И. Исследования гренландского тюленя в связи с проблемой его питания // Морские млекопитающие: Тез. докл. IX Всесоюз. совещ. по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих. Архангельск, 1986. С. 289–291.

Смирнов Н.А. Биологические отношения некоторых ластоногих ко льдам // Сб. в честь Н. М. Книповича. М., 1927. С. 89–107.

Справочник химика. Л.-М.: Химия, 1964. Т. 2, С. 792–793.

Чапский К.К. Некоторые экологические обоснования сезонной динамики ареала беломорской популяции гренландского тюленя // Тр. совещ. по экологии и промыслу морских млекопитающих. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 150–163.

Чечина О.Н. Видотипичное поведение сивучей // Этологический атлас. Севастополь, 2004. 120 с.

Andreae T.W., Andreae M.O., Schebeske G. Biogenic sulfur emissions and aerosols over the tropical south Atlantic 1. Dimethylsulfide in seawater and the atmosphere boundary layer // J. Geophys. Res. 1994. V. 99. P. 22819–22829.

Bartholomew G.A. Mother-young relations and the maturation of pup behavior in the Alaska fur seal // Animal Behaviour. 1959. V. 7. P. 163–171.

Binnida-Emonds O., Gittleman J. Are pinnipeds functionally different from fissiped carnivores? The importance of phylogenetic comparative analyses // Evolution 2000. V. 54. P. 1011–1023.

Bürgermeister S., Zimmermann R.L., Georgii H.W., Bingemer H.G., Kirst G.O., Janssen M., Ernst W. On the biogenic origin of dimethylsulfide: relation between chlorophyll, ATP, organismic DMSP, phytoplankton species, and DMS distribution in Atlantic surface water and atmosphere // J. Geophys. Res. 1990. V. 95. P. 20607–20615.

Burton R.W., Andersen S.S., Summers C.F. Perinatal activities in the grey seal (*Halichoerus grypus*) // J. Zool. Lond, 1975. V. 177. P. 197–201.

Crocker K. M., Ondrusek M.E., Petty R.L., Smith R.C. Dimethyl sulfide, algal pigments and light in an Antarctic *Phaeocystis* sp. bloom // Mar. Biol. 1995. V. 124. P. 335–340.

Culik B. Finding food in the open ocean: foraging strategies in Humboldt penguins // Zoology. 2001. V. 04. P. 327 – 338.

Dacey J.W.H., Wakeham S.G. Oceanic dimethylsulfide: production during zooplankton grazing on phytoplankton // Science. 1986. V. 233. P. 1314–1316.

Daly K.L., DiTullio G.R. Particulate dimethylsulfoniopropionate removal and dimethyl sulfide production by zooplankton in the Southern Ocean // Biological and Environmental Chemistry of DMSP and Related Sulfonium Compounds. 1996. P. 223–238.

DeBose J.L., Lema S.C., Nevitt G.A. Dimethylsulfoniopropionate as a foraging cue for reef fishes // Science. 2008. V. 319. P. 1356.

Ferek R.J., Chatfield R.B., Andreae M.O. Vertical distribution of dimethylsulphide in the marine atmosphere // *Nature*. 1986. V. 320. P. 514–516.

Hoelzel A. Marine mammal biology: an evolutionary approach. Durham: Blackwell, 2002. 242 p.

Kiene R.P., Linne L.J., Bruton J.A. New and important roles for DMSP in marine microbial communities // *J. Sea Res.* 2000. V. 43. P. 209–224.

Kovacs K.M. Maternal behaviour and early behavioural ontogeny of harp seals, *Phoca groenlandica* // *Animal Behaviour*. 1987. V. 35. P. 844–855.

Kovacs K.M. Mother-pup reunions in harp seals, *Phoca groenlandica*: cues for the relocation of pups // *Canadian Journal of Zoology*. 1995. V. 73. P. 843–849.

Kowalewsky S., Dambach M., Mauck B., Dehnhardt G. High olfactory sensitivity for dimethyl sulphide in harbour seals // *Biology Letters*. 2006. V. 2. P. 106–109.

Laska M., Svelander M., Amundin M. Successful acquisition of an olfactory discrimination paradigm by South African fur seals, *Arctocephalus pusillus* // *Physiology and Behavior*. 2008. V. 93. P. 1033–1038.

Laska M., Lord E., Selin S., Amundin M. Olfactory discrimination of aliphatic odorants in South African fur seals (*Arctocephalus pusillus*) // *Journal of Comparative Psychology*. 2010. V. 124(2). P. 187–193.

Ledyard K.M., Dacey J.W.H. Microbial cycling of DMSP and DMS in coastal and oligotrophic seawater // *Limnol. Oceanogr.* 1996. V. 41(1). P. 33–40.

Loughlin T.R., Bengtson J.I., Merrick R.L. Characteristics of feeding trips of female northern fur seals // *Can. J. Zool.* 1987. V. 65. P. 2079–2084.

Nevitt G.A., Veit R.R., Kareiva P. Dimethyl sulphide as a foraging cue for Antarctic procellariiform seabirds // *Nature*. 1995. V. 376. P. 680–682.

Nevitt G.A. Olfactory foraging by Antarctic procellariiform seabirds: life at high Reynolds numbers // *Biol. Bull.* 2000. V. 198. P. 245–253.

Nilssen K.T. Seasonal distribution, condition and feeding habits of Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*) // *Dr. scient. thesis*. Tromsø: The Norw. Col. Fish. Sci. 1995. P. 125.

Nguyen B.C., Belviso S., Mihalopoulos N., Gostan J., Nival P. Dimethylsulphide production during natural phytoplanktonic blooms // *Mar. Chem.* 1988. V. 24, P. 133–141.

Sergeant D.E. Migration and orientation in harp seals // *Proc. Seventh Ann. Conf. Biol. Sonar Diving Mamm.* Stanford Research Institute Biological Sonar Laboratories. Menlo Park, CA. 1970. P. 123–131.

Sims D.W., Quayle V.A. Selective foraging behaviour of basking sharks on zooplankton in a small-scale front // *Nature*. 1998. V. 393. P. 460–464.

Thompson P., Miller D. Summer foraging activity and movements of radio-tagged common seals (*Phoca vitulina* L.) in the Moray Firth // *Scotland J. Appl. Ecol.* 1990. V. 27. P. 492–01.

Wolfe G.V., Steinke M. Grazing-activated production of dimethyl sulfide (DMS) by two clones of *Emiliania huxleyi* // *Limnol Oceanogr.* 1996. V. 41. P. 1151–1160.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМОРФИЗМА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ

Г.А. Макеенко¹, А.А. Волков²

¹ Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва, Россия

e-mail: makeenko@pinro.ru

В Баренцевом море треска является важным компонентом экосистемы и одним из основных объектов промысла. В связи с этим многие десятилетия ведется изучение ее популяционной структуры с применением разных методов (Артемьева, Новиков, 1990; Борисов и др., 1999; Nilssen et al., 1994).

С целью установления популяционной структуры трески в Баренцевом море нами ранее использовался ядерный локус *Pan I*, при помощи которого были установлены значительные вариации в распределении трески с различным генотипом, совершающей нагульную миграцию на акватории Баренцева моря (Макеенко, 2012).

Задачей данной работы являлось выявление популяционно-генетической структуры северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua* L.) по данным анализа полиморфизма микросателлитных локусов.

Сбор проб проводился в ходе многовидовых тралово-акустических съемок ФГУП «ПИНРО» в сентябре-декабре 2009-2010 гг. Акватория работ включала 10 промысловых районов Баренцева моря, которые охватывают большую часть нагульного ареала баренцевоморской трески (в скобках указаны обозначения районов): Возвышенность Персея (ВП), Восточный Прибрежный (ВПр), Западный Прибрежный (ЗПр), Канинская банка (КБ), Северный склон Новоземельского мелководья (СНов), Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), Восточный склон Медвежинской банки (ВМед), Западный Шпицберген (ЗШ), Копытова (Коп), Центральный желоб (ЦЖ).

У выловленных особей трески измеряли длину, массу, определяли пол, а также отбирали отолиты для последующего определения возраста по методикам, принятым в «ПИНРО». Для генетического анализа фрагмент грудного плавника размером около 1 см² фиксировали в 96 %-ном этиловом спирте. Всего было проанализировано 527 рыб в 10 выборках.

В лабораторных условиях тотальную ДНК из ткани плавника выделяли методом солевой экстракции (Aljanabi et al., 1997). Концентрацию и степень очистки выделенной ДНК определяли на планшетном спектрофотометре «SPECTRAmax PLUS³⁸⁴» (Molecular Devices), результаты измерений оценивали с помощью программы «SOFTmax PRO» (Molecular Devices). Амплификацию отдельных локусов ядерной ДНК проводили с аллель-специфичными праймерами на амплификаторе «MJ research PTC-225 Thermocycler». Для выделения микросателлит проводили фрагментный анализ с помощью капиллярного электрофореза и последующим определением длин аллелей с применением программного обеспечения «GeneMarker Software» (SoftGenetics).

Для микросателлитного анализа были синтезированы и апробированы 5 пар праймеров: PGmo61, PGmo97, PGmo100, PGmo118, PGmo127 (Skirnisdottir et al., 2008). Электрофоретический анализ объединенных ПЦР-продуктов всех четырех локусов проводился на приборе для капиллярного электрофореза с использованием флуоресцентных

меток и внутреннего стандарта, модифицированного флуоресцентным красителем ROX. Последовательности праймеров и тип использованной метки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Название микросателлитных локусов и последовательности праймеров, использованных для анализа трески Баренцева моря

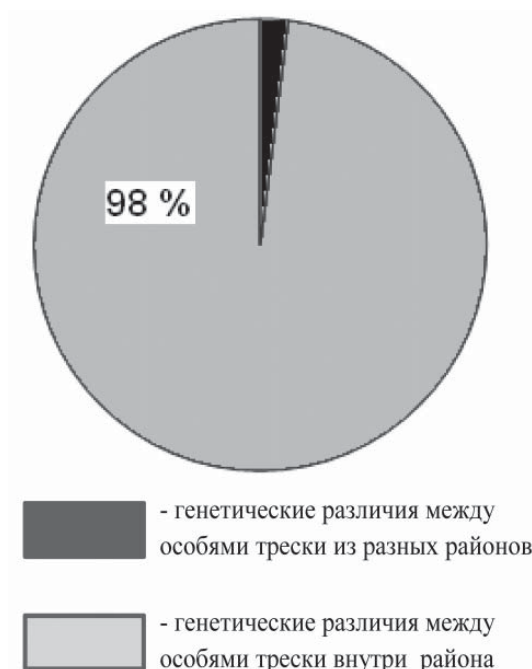
Название локуса	Флуоресцентная метка	Последовательность праймера
PGmo61	R6G	F- TAACACAGAAGCAGCAGATGG
		R- GCCAAGCACAAGTTAATTGCC
PGmo97	R6G	F- GGGCTGGTAGAACAGAGGG
		R- AACGTTTGAGCTTCGTCTTAC
PGmo100	TAMRA	F- TCCTCTGGCTCTGAGCTTTC
		R- ACTACAGTTGTGCGTCTGTC
PGmo118	FAM	F- GAAGGAAGCCCAAGATGGAG
		R- TTAAGTGCCTCCACGCTTTG
PGmo127	FAM	F- TCTGGTGCAGATCCTCGATG
		R- TCAGAGGTTCCGGTCGTAAG

Статистическую обработку данных генетического анализа осуществляли с помощью надстройки к Microsoft Excel «Microsatellite Toolkit» (Park, 2001) и программного обеспечения GenAEx6 (Peakall and Smouse, 2006). Оценивались следующие генетические показатели:

- уровни аллельного и генетического разнообразия (ожидаемая (H_e) и наблюдаемая (H_o) гетерозиготности);
- соответствие равновесию закону Харди-Вайнберга по коэффициенту инбридинга (F_{IS}) и уровню значимости вероятностного теста (χ^2);
- определение координат для выборок трески из каждого района в пространстве главных компонент на основании матрицы попарных сравнений выборок по индексу инбридинга F_{ST} ;
- соотношение генетических различий между треской из разных районов.

Результаты исследования показали, что все исследованные микросателлитные локусы у трески в Баренцевом море очень полиморфны, частота аллелей соответствует распределению, ожидаемому по закону Харди-Вайнберга, локусов с ноль-аллелями не выявлено. Во всех проанализированных пробах количество массовых аллелей у большинства локусов составляет не более 3, только у локуса PGmo118 их 6. Для всей совокупности образцов во всех проанализированных районах значения показателей изменялись незначительно: индекс фиксации F_{IS} - от 0.078 до 0.201 и индекс инбридинга F_{ST} от 0.009 до 0.022. Значения наблюдаемой гетерозиготности по всем локусам были близки к рассчитанным значениям ожидаемой гетерозиготности, согласно закону Харди-Вайнберга.

Сравнение попарных значений индекса F_{ST} для трески из разных районов не выявило существенной дифференциации между ними, значения варьировали между 0 и 0.014 (таб. 2), что более характерно для океанических рыб без четкой популяционно-генетической структуры.



Исследование генетической изменчивости указывает на преобладание полиморфизма между особями внутри района, на долю изменчивости между особями из разных районов приходится всего 2 % (рис. 1). Коэффициент миграции для проанализированных локусов не превышал 29 %. Это также свидетельствует о генетической однородности исследованных рыб по использованным микросателлитным локусам.

Анализ главных компонент, построенный на основании матрицы попарных значений F_{ST} , также не выявил кластеризации проб трески из разных районов Баренцева моря (рис. 2).

Рис. 1. Соотношение генетических различий для особей трески из исследуемых районов Баренцева моря

Таким образом, в результате анализа полиморфизма микросателлитных локусов у трески Баренцева моря установлено, что в нагульных скоплениях не кластеризуются генетически обособленные группировки ни по одному из использованных локусов. Эти результаты контрастируют с полученными ранее данными по заметной клинальной изменчивости полиморфизма по гену пантофизина (Макеенко, 2012).

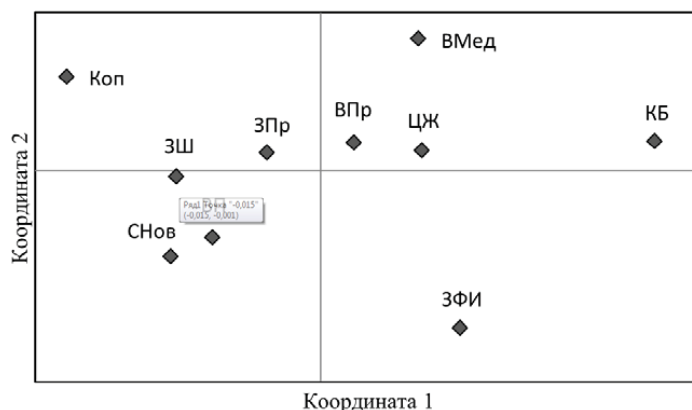


Рис.2. Распределение выборок трески из различных районов Баренцева моря в пространстве главных компонент

Поскольку популяция трески Баренцева моря является молодой и заселение происходило после окончания ледникового периода, можно предположить, что дифференциация по адаптивным локусам, таким как пантофизин, происходила значительно быстрее, чем по нейтральным микросателлитным маркерам.

Т а б л и ц а 2

Попарные значения индекса инбридинга (F_{ST}) между треской из различных исследованных районов Баренцева моря

Значения индекса инбридинга (F_{ST})										Проба трески
ЗШ	ЗФИ	ВМед	Коп	ЗПр	ЦЖ	КБ	СНов	ВП	ВПр	
0.000										ЗШ
0.009	0.000									ЗФИ
0.008	0.012	0.000								ВМед
0.006	0.014	0.011	0.000							Коп
0.005	0.009	0.007	0.007	0.000						ЗПр
0.006	0.009	0.007	0.010	0.004	0.000					ЦЖ
0.011	0.010	0.009	0.014	0.008	0.005	0.000				КБ
0.006	0.010	0.012	0.010	0.005	0.006	0.012	0.000			СНов
0.005	0.007	0.009	0.008	0.005	0.007	0.011	0.004	0.000		ВП
0.006	0.010	0.008	0.009	0.008	0.006	0.008	0.008	0.006	0.000	ВПр

Таким образом, четко разделяемых группировок северо-восточной арктической трески в нагульных скоплениях по результатам анализа полиморфизма микросателлитных локусов выявлено не было.

Л и т е р а т у р а

Артемяева К.Ф., Новиков Г.Г. Особенности популяционной структуры северо-восточной арктической трески // Экология, воспроизводство и сохранение биологических ресурсов в морях европейского севера / Ред. Г.Г. Матишов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1990. С. 162–164.

Борисов В.М., Пономаренко В.П., Ярагина Н.А. Критический анализ популяционного статуса прибрежной трески *Gadus morhua* норвежско-баренцевоморского региона // Вопр. ихтиол. 1999. Т. 39, № 1. С. 22–33.

Макеенко Г.А. Распределение северо-восточной арктической трески с различным генотипом по локусу *Ran I* в зависимости от глубины и температуры воды в Баренцевом море // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: Материалы Третьей научно-практической конференции молодых ученых ФГУП «ВНИРО» с международным участием. М.: Изд-во ВНИРО, 2012. С. 44–47.

Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and Rapid Salt-Extraction of High Quality Genomic DNA for PCR-Based Techniques // Nucleic Acids Res. 1997. Vol. 25. P. 4692–4693.

Nilssen E.M., Pedersen T., Hopkins C.C.E., Thyholdt K., Pope J.G. Recruitment variability and growth of Northeast Arctic cod: influence of physical environment, demography, and predator-prey energetics // ICES Marine Science Symposia. 1994. V. 198. P. 449–470.

Park S.D.E. Trypanotolerance in West African Cattle and the opulation Genetic Effects of Selection [Ph.D. thesis]. University of Dublin. 2001. P. 3–8.

Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecol. Notes. 2006. Vol. 6. P. 288–295.

Skirnisdottir S., Pampoulie C., Hauksdottir S., Schulte I., Olafsson K. Hreggvidsson G.O., Hjorleifsdottir S. Characterization of 18 new microsatellite loci in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) // Molecular Ecology Resources. 2008. Vol. 8. P. 1503–1505.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ СЕВЕРНОГО НОТОСКОПЕЛА *NOTOSCOPELUS KROEYERII* СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

А. Г. Меркулова

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия
e-mail: anastasia09041987@mail.ru

В настоящее время добыча традиционных объектов морского промысла достигла предельного уровня, многие из запасов рыб из-за чрезмерной эксплуатации находятся в депрессивном состоянии. Кроме того, введение прибрежными государствами 200-мильных рыболовных зон ограничило доступ отечественного рыбодобывающего флота в шельфовые районы океана. Вместе с тем, биоресурсы его открытой части, прежде всего, мезопелагиали, недоиспользуются, хотя здесь возможно значительное увеличение объёмов вылова за счёт освоения новых объектов.

По имеющимся оценкам, суммарная биомасса мелких мезопелагических рыб в Северной Атлантике составляет около 30 млн т (Gjosaeter, Kauaguctii. 1980).

Среди них – многие виды светящихся анчоусов, численность которых достигает огромных величин. Все это делает светящихся анчоусов чрезвычайно перспективным объектом исследования. Большой интерес вызывает и изучение перспектив использования светящихся анчоусов промыслом.

Не является исключением и северный нотоскопел, которому в последние годы также уделяется пристальное внимание в связи с его огромной численностью, важной ролью в океанических биоценозах и перспективами вовлечения запасов этих рыб в сферу хозяйственного использования (Беккер, 1983).

Объектом исследования настоящей работы является северный нотоскопел *Notoscopelus kroeyerii* (Malm, 1861).

Цель – изучение особенностей биологии северного нотоскопела.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

- изучить распространение северного нотоскопела в Северной Атлантике;
- рассмотреть размерно-весовой состав его скоплений;
- проанализировать соотношение полов и половозрелость;
- изучить закономерности роста и питания.

Характеристика семейства Миктофовых (*Myctophidae*)

История изучения семейства Миктофовых начинается с 1810 г., когда К.Рафинеск описал первый вид семейства – *Myctophum punctatum*.

Семейство светящихся анчоусов или миктофовых (*Myctophidae*) содержит 33 рода и более 250 видов и является наиболее крупным в подотряде миктофовидных (*Myctophoidei*) и одним из самых больших семейств глубоководных костистых рыб (Беккер, 1983).

Многие виды семейства достигают огромной численности, что делает их привлекательными объектами для промысла. Их общая биомасса оценивается в 550-660 млн т.

Наиболее характерной чертой внешнего облика светящихся анчоусов являются различного рода светящиеся органы, в частности фотофоры, которые нужны миктофывым для внутривидовой коммуникации и маскировки.

Биология и распространение северного нотоскопела

Северный нотоскопел – эндемик Северной Атлантики (рис. 1), где существуют его две независимые популяции – западная и восточная.

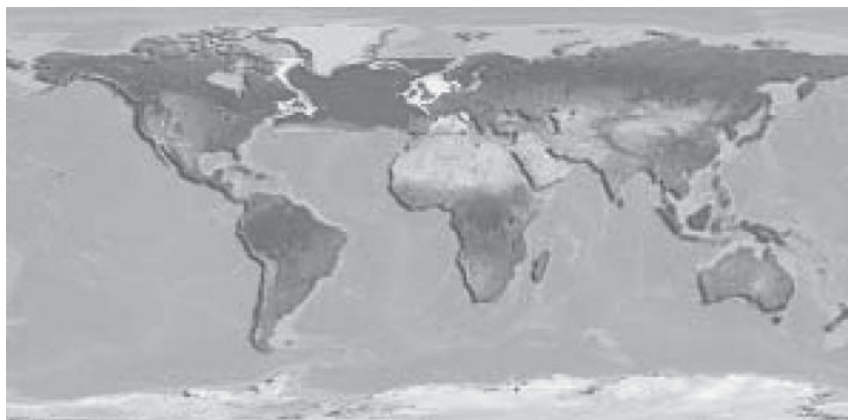


Рис. 1. Ареал обитания северного нотоскопела (*Notoscopelus kroeyerii*)

Распространение северного нотоскопела приурочено к северному центральному океаническому круговороту и северо-восточной части субтропического антициклонического круговорота. По классификации В.Э. Беккера (1964) относится к группировке миктофид умеренно-холодного комплекса.

Это один из самых крупных представителей светящихся анчоусов. Достигает длины 15.2 см и массы до 43 г, при средней длине около 13-14 см.

Продолжительность жизни северного нотоскопела в Северо-Восточной Атлантике составляет 6 лет, в Северо-Западной – 8-9 лет. По характеру питания он – зоопланктонофаг.

Методика проведения биологического анализа

В работе использован материал, собранный в рейсах научно-исследовательских судов (НИС) ПИНРО в 2000-2011 гг. Лов проводился промысловым пелагическим тралом на различных горизонтах в районах Северной Атлантики.

В лабораторных условиях, был выполнен полный биологический анализ 597 экз. северного нотоскопела, выловленного в море Ирмингера. Обработку материала проводили по стандартным методикам (Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов..., 2004).

Биологический анализ включал в себя следующие операции, перечисленные в порядке их выполнения:

- Измерение зоологической (общей) длины рыбы (L_1) и по Смитту (L_2);
- Определение индивидуальной массы рыбы;
- Определение пола и стадий зрелости половых продуктов;
- Определение степени наполнения желудков (в баллах);

- Визуальное определение качественного состава пищи с определением соотношения жертв в желудках (в % к объему) или СКАП (сокращенный количественный анализ питания), или фиксация желудков;

- Сбор структур, регистрирующих возраст (отолиты).

Фиксированные 4 % формалином пробы рыб перед обработкой вымачивали в пресной воде в течение 2-3 суток.

Биологический анализ проводили в лаборатории донных рыб ПИНРО.

Распространение северного нотоскопела

Северный нотоскопел встречался в уловах на обширной акватории Северной Атлантики и в широком диапазоне глубин, вплоть до глубин свыше 3500 м.

Наиболее часто этот вид отмечался на глубинах 3000-3500 м в районах Восточной Гренландии и к западу от Британских островов.

Максимальной глубины обитания этого вида в ходе исследований установить не удалось, что связано с техническими возможностями судов.

Размерно-весовой состав скоплений северного нотоскопела

По данным морфометрического анализа северного нотоскопела из биологических проб, взятых в море Ирмингера, общая длина самцов (L_1) изменялась в пределах от 8.7 до 16.6 см и от 7.9 до 14.0 см – по Смитту (L_2). У самок эти показатели составили 7.7-15.3 см и 6.5-13.0 см, соответственно. Несмотря на то, что крайние значения размерного ряда самцов (L_1) несколько сдвинуты в сторону большей длины тела (8.7-16.6 против 7.7-15.3) по отношению к самкам, средняя длина рыб обоих полов одинакова и равна 12.1 см (рис. 2).

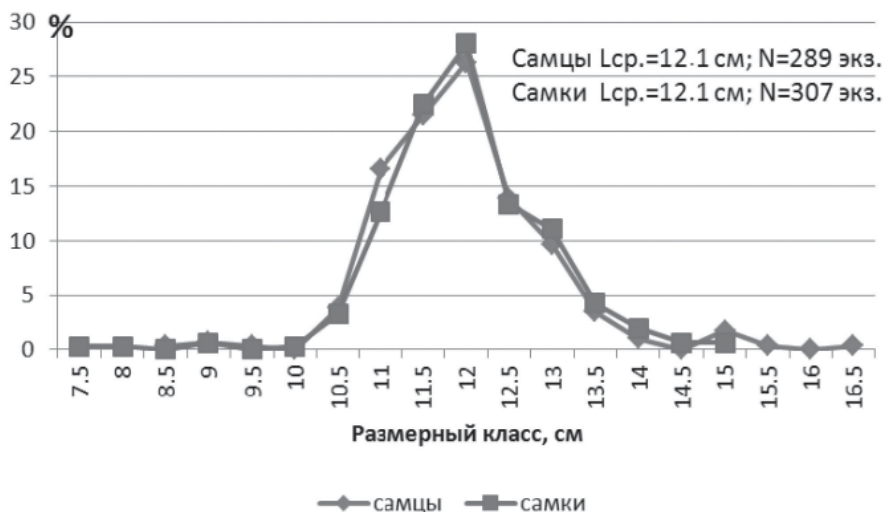


Рис. 2. Размерный состав самцов и самок северного нотоскопела (*Notoscopelus kroeyerii*) в уловах в море Ирмингера, июль 2011 г.

Однако, при анализе размерного состава облавливаемых скоплений северного нотоскопела, в целом, по Северной Атлантике было выявлено, что средняя длина рыб этого вида уменьшается с увеличением глубины лова.

Выявлено, что размерно-весовой рост северного нотоскопела может быть описан экспоненциальной кривой, показывающей, что наибольшие приросты массы тела характерны для наиболее крупных рыб.

Соотношение полов и половозрелость северного нотоскопела

В проанализированной выборке из уловов северного нотоскопела в море Ирмингера соотношение полов оказалось близким к 1:1. По результатам полевого анализа уловов северного нотоскопела, в целом, по Северной Атлантике в 2000-2011 гг. соотношение самцов и самок также оказалось близким к 1:1 и, кроме того, установлено, что такое соотношение сохраняется на всех обследованных горизонтах глубин.

Таким образом, можно считать равным численное соотношение самцов и самок северного нотоскопела в скоплениях на всей акватории Северной Атлантики и во всем диапазоне глубин его обитания.

При анализе половозрелости рыб было выявлено, что все особи среди самцов и самок были созревающими (с гонадами на 2 стадии зрелости) или половозрелыми (с гонадами на 3 стадии зрелости). Преимущественно, встречались созревающие особи (64 % среди самцов и 89 % среди самок). Отмечен единственный случай поимки самки с икрой (на 4 стадии зрелости), неполовозрелых рыб не отмечено.

Питание северного нотоскопела

Основу питания северного нотоскопела составляли ракообразные, представленные несколькими отрядами (рис. 3). Наиболее часто в желудках встречались эвфаузиидные рачки (отр. Euphausiacea) – 71 %, реже амфиподы (отр. Amphipoda) – 8 % и калянус (отр. Copepoda) – 7 %. Мелкие рыбы, такие как мавролики и миктофиты, занимали второе место по значимости в питании после ракообразных (3 %). Иногда в желудках северного нотоскопела встречалась сагитта (р. *Sagitta* из типа Chaetognatha или Щетинкочелюстные) и молодь кальмаров. В целом, рыба питалась слабо, средний балл наполнения желудков (СБНЖ) составил 1.45 – у самцов и 1.38 – у самок.

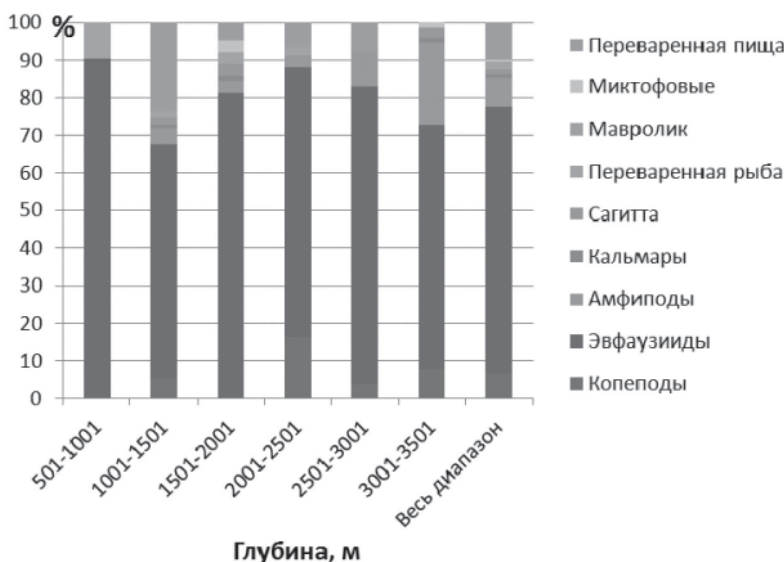


Рис. 3. Спектр питания северного нотоскопела (*Notoscopelus kroeyerii*) на различных глубинах в Северной Атлантике в 2000-2011 гг.

Таким образом, северный нотоскопел, обитая в пелагиали, в основном, питается планктонными ракообразными.

Крупные особи способны к хищничеству, поедая мелкую рыбу и молодь кальмаров. Результаты нашего анализа также подтверждают данные (Филин, 1995) о том, что щетинко-челюстные являются скорее случайным, а не основным кормом для северного нотоскопела.

Л и т е р а т у р а

Беккер В.Э. Об умеренно холодноводном комплексе миктофид (Myctophidae, Pisces) // Океанология. 1964. Т. 14, вып. 3. С. 469–476.

Беккер В.Э. Миктофовые рыбы Мирового океана. М.: Наука, 1983. 248 с.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология добычи и переработки. М: Изд-во ВНИРО, 2004. 300 с.

Филин А.А. Особенности питания и трофические отношения *Notoscopelus kroeyerii* (Myctophidae) // Вопр. ихтиол. 1995. Т. 35. № 5. С. 635–641.

Gjosaeter I., Kawaguchi K. A review of the world resources of mesopelagic fish // FAO Fish. Techn. Pap. Rome. 1980. № 193. 151 p.

СУБЛИТОРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ МАКРОФИТОБЕНТОСА ГУБ ИВАНОВСКАЯ И ДРОЗДОВКА ВОСТОЧНОГО МУРМАНА

А.А. Метельский, С.В. Малавенда

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: malavenda@yandex.ru

Исследование и сохранение биологического разнообразия входит в число приоритетных направлений науки в России. В альгологии Баренцева моря белым пятном остается структура сообществ макрофитобентоса. Хотя видовой состав хорошо изучен, по ассоциациям сублиторальных макрофитов исследована только растительность губы Ярнышная (Шошина, Аверинцева, 1994), которая может считаться модельной, так как содержит типичные для Мурмана биотопы.

Губа Ивановская, особенно ее защищенная часть, создают условия для формирования особых растительных сообществ и потому представляют особый интерес (Блинова 1964 а, 1965 б; Бобков, 2010). Исследования фитоценозов губы Ивановская и прилегающей к ней губы Дроздовка проводили во второй половине XX века. В основном, они были направлены на описание доминантных видов и оценку их запасов (Блинова, 1964а; Сорокин, Пельтихина, 1991; Макаров, 1998; Рыжик, Метельский, 2005). Цель данной работы - выявить основные ассоциации и определить структуру сублиторальных фитоценозов в данных губах.

Сбор материала был выполнен в ходе комплексной экспедиции ММБИ КНЦ РАН в августе 2011 г. Отбор проб осуществлялся водолазными специалистами стандартным методом трансект (Пропп, 1981). Попутно описывали тип грунта, проективное покрытие субстрата водорослями (ПП) и глубины их произрастания (табл.), визуально оценивали степень прибойности (по: Гурьянова и др., 1930). Всего было собрано 10 количественных проб на 7 разрезах в мористой, средней и кутовой частях исследуемых губ, в которых определяли видовой состав и биомассу макрофитов (рис.).

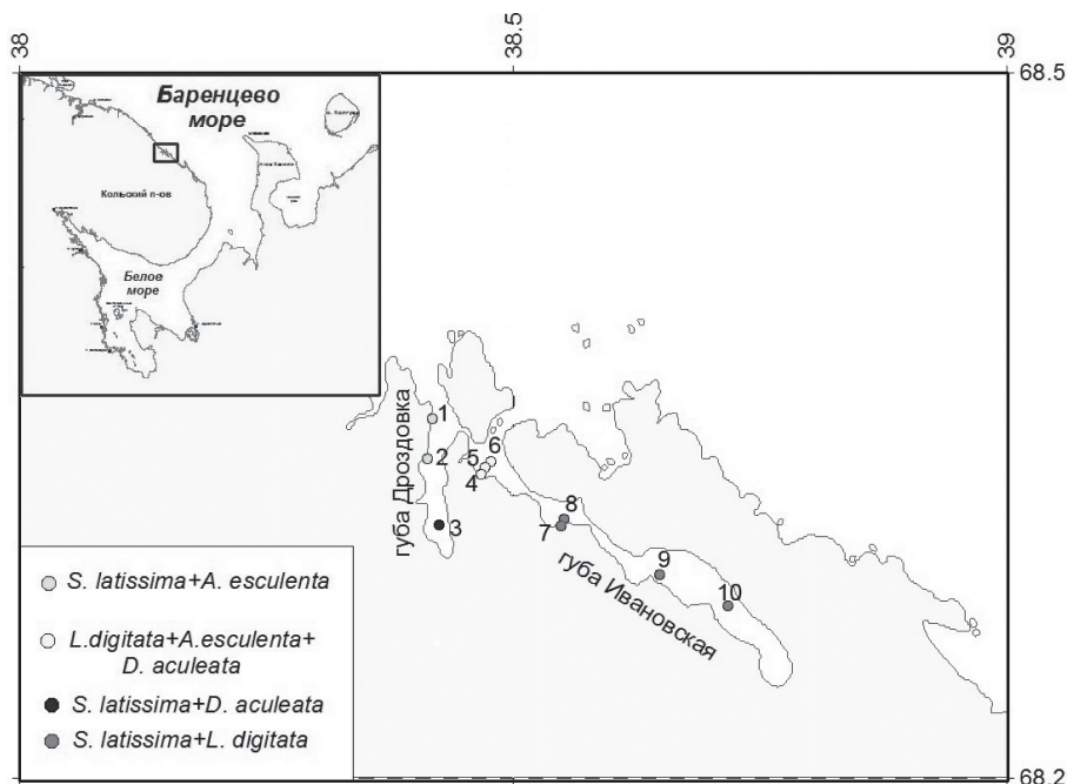


Рис. Карта-схема распределения сублиторальных ассоциаций в губах Ивановская и Дроздовка (см. Метельский, 2012).

Всего было отмечено 54 вида водорослей, в том числе 17 видов бурых (Phaeophyceae), 28 – красных (Rhodophyta) и 9 – зеленых (Chlorophyta) (таб. 2). К числу массовых, встречаемость которых в пробах выше 60%, относятся 5 видов: *Saccharina latissima*, *Laminaria digitata*, *Desmarestia aculeata*, *Chaetopterus plumosa* и *Chaetomorpha melagonium*. Полученные сведения о доминирующих видах согласуются с выполненными ранее описаниями губы Ивановская (Блинова, 1964а; Рыжик, Метельский, 2005) и с данными для губ Зеленецкая и Ярнышная Восточного Мурмана (Шошина, Аверинцева, 1994; Малавенда 2012).

При описании сообществ макрофитобентоса исследуемого района были применены принципы выделения ассоциаций Н.В. Морозовой-Водяницкой (1959) и А.А. Калугиной-Гутник (1975). Всего в исследуемом районе было выделено 4 ассоциации, 3 из которых аналогичны описанным ранее в губе Зеленецкая (Малавенда, 2012). В устьевой части губы Ивановская превалирует ассоциация *L. digitata* + *Alaria esculenta* + *D. aculeata*, а в средней и кутовой – особая ассоциация *S. latissima* + *L. digitata*, что связано с особенностями гидродинамического и, вероятно, соленостного режима. В устьевой части губы Дроздовка формируется ассоциация *S. latissima* + *A. esculenta*, а в кутовой части губы – ассоциация *S. latissima* + *D. aculeata*.

Существенных отличий видового состава в ассоциациях водорослей исследованных губ от ассоциаций, описанных для других районов Восточного Мурмана (Шошина, Аверинцева, 1994; Малавенда 2012), выявлено не было.

Т а б л и ц а 1

Общая характеристика биотопов и фитоценозов в сублиторали губ Дроздовка и Ивановская

№ станции	Глубина, м	Тип грунта	Прибойность, баллы	Общая биомасса, кг/м ²	ПП, %
1	8.7	Илистый песок, ракушечник	II	4.2	25
2	7.5	Песок, редко мелкие валуны	II	10.2	100
3	6	Ил	III	4.1	50
4	5	Крупные валуны	III	4.5	100
5	10	Валуны	III	13.1	90
6	15	Ил, песок	III	2.8	15
7	2.3	Песок, отдельные валуны	IV	12.1	90
8	5.3	Ил, песок	IV	6.4	80
9	3	Галька, песок	V	5.9	100
10	5	Галька, песок	V	3.1	95

Ассоциация *Saccharina latissima* + *Alaria esculenta* отмечена в слабозащищенной устьевой части губы Дроздовка на смешанных грунтах (в основном, мелкие валуны и песок, ил в небольших долях) до глубины 12 м. В зависимости от типа грунта проективное покрытие дна водорослями варьирует от 25 до 100%, биомасса макрофитов составляет 6.4 ± 1.9 кг/м². Ассоциация монодоминантная. Характерно высокое видовое разнообразие с эпифитами, обрастающими ризоиды и стволы ламинариевых водорослей. Фитоценозы сомкнутые, двухярусные. Виды нижнего яруса: *Desmarestia viridis*, *Euthora cristata*, *Phycodrys rubens*, *Devaleraea ramentacea*, *C. melagonium*, *Ulvaria obscura*, *Chaetopteris plumosa*, *Dictyosiphon foeniculaceus*.

Ассоциация *Saccharina latissima* + *Desmarestia aculeata* формируется в защищенной кутовой части губы Дроздовка на илисто-песчаных грунтах на глубинах около 6 м при IV степени прибойности. Проективное покрытие дна водорослями – 50%, биомасса – 2.5 кг/м². Заросли разреженные, фитоценозы несомкнутые, двухярусные. Видовой состав нижнего яруса сходен, но биомасса ниже, чем в предыдущей ассоциации.

Ассоциация *Laminaria digitata* + *Alaria esculenta* + *Desmarestia aculeata* распространена в слабозащищенной (II степень прибойности) устьевой части губы Ивановская на глубине до 15 м. Проективное покрытие дна водорослями составляет на валунных и скальных грунтах 90 - 100%, при смене грунта на ил и песок заросли становятся разреженными. Биомасса водорослей, в среднем, 4.5 кг/м², максимальная - 12.5 кг/м². В данной ассоциации развит нижний ярус, основу которого составляют *D. viridis*, *Euthora cristata*, *Fimbrifolium dichotomum*, *Odonthalia dentata*, *Phycodrys rubens*, *Ptilota gunneri*, *P. serrata*, *Turnerella pennyi*.

В губе Ивановская за счет наличия двух порогов выделяются два участка – ковш и лагуна, характеризующиеся защищенностью от прибоя и хорошим водообменом за счет приливно-отливных течений (Бобков и др., 2010). В лагуне, кроме этого, присутствует распреснение за счет ручьевого стока. Фитоценозы ковша и лагуны губы Ивановская достаточно однородны, основную биомассу (более 90%) формируют *S. latissima* и *L. digitata*. Проективное покрытие дна водорослями при валунно-галечном субстрате составляет 100%, при наличии песка и ила снижается до 15%. Мы предполагаем, что в данном случае формируется особая ассоциация *S. latissima* + *L. digitata*, которая существенно отличается от описанной для менее защищен-

ных участков губ Ярнышная и Зеленецкая асс. *S. latissima* + *A. esculenta* + *L. digitata* отсутствием *A. esculenta* и слабым развитием зеленых и красных водорослей в нижнем ярусе. Фитоценозы одноярусные, несомкнутые. Биомасса, в среднем, 6.0 ± 3.3 кг/м².

Т а б л и ц а 2

Видовой состав ассоциаций водорослей в губах Ивановская и Дроздовка

ВИД	ассоциация			
	<i>L. digitata</i> + <i>A. esculenta</i>	<i>S. latissima</i> + <i>A. esculenta</i>	<i>S. latissima</i> + <i>L. digitata</i>	<i>S. latissima</i> + <i>D. aculeata</i>
Phaeophyceae				
<i>Acinetospora crinita</i> (Carmichael) Sauvageau			+	
<i>Alaria esculenta</i> (L.) Grev.	+	+		
<i>Chaetopterus plumosa</i> (Lyngbye) Kütz.	+	+	+	
<i>Chorda filum</i> (L.) Lam.	+		+	
<i>Desmarestia aculeata</i> (L.) Lamour.	+	+	+	+
<i>Desmarestia viridis</i> (Müll.) Lamour.		+		
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev.	+	+	+	
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	+		+	
<i>Elachista fucicola</i> (Vellay) Aresch.	+			
<i>Haplospora globosa</i> Kjell.			+	
<i>Hincksia ovata</i> (Kjell.) Silva			+	
<i>Laminaria digitata</i> (Huds.) Lamour.	+	+	+	
<i>Omphalophyllum ulvaceum</i> Rosenv.	-	-	+	
<i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellm.	+	+	+	
<i>Saccharina latissima</i> (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunder	+	+	+	+
<i>Sphaelaria arctica</i> Harvey ster.			+	
<i>Stictyosiphon tortilis</i> (Rupr.) Reince			+	
Rhodophyta				
<i>Acrochaetium</i> sp. Nägeli		+		
<i>Ceramium deslongshampii</i> Chauvin ex. Duby			+	
<i>Ceramium virgatum</i> (Huds.) J.Ag.			+	
<i>Ceratocolax hartzii</i> Rosenvinge			+	
<i>Chondrus crispus</i> Stackhous			+	
<i>Coccotylus truncatus</i> (Pallas) Wynne et Heine	+		+	+
<i>Corallina officinalis</i> L			+	
<i>Cystoclonium purpureum</i> (Hudson) Batters			+	
<i>Delesseria sanguinea</i> (Huds.) Lamour.		+		
<i>Devalereae ramentacea</i> (L.) Guiry	+	+	+	
<i>Euthora cristata</i> (L.) J. Ag.	+	+		
<i>Fimbrifolium dichotomum</i> (Lepechin) Hansen	+			
<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson) Lamour.			+	
<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini			+	
<i>Lithothamnion</i> sp. Heydich	+	+	+	
<i>Mastocarpus stellatus</i> (Stackhouse) Guiry			+	
<i>Meiodiscus spetsbergensis</i> (Kjell.) Saunders et McLachlan			+	
<i>Odonthalia dentata</i> (L.) Lyngbye	+		+	
<i>Palmaria palmata</i> (L.) Weber et Mohr		+	+	
<i>Phycodrys rubens</i> (L.) Batters	+	+	+	

Продолжение таблицы 2

<i>Polyides rotundus</i> (Gmelin) Grev.			+	
<i>Polysiphonia arctica</i> J. Ag.	+	+		
<i>Polysiphonia fucooides</i> (Hudson) Grev.			+	
<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillw.) Grev.	+			
<i>Porphyra</i> sp.			+	
<i>Ptilota gunneri</i> Silva, Maggs et Irvine	+	+		
<i>Ptilota serrata</i> Kütz.	+			
<i>Rhodomela confervoides</i> (Huds.) Silva	+			
Chlorophyta				
<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillw.) J. Ag.		+	+	
<i>Chaetomorpha melagonium</i> (Web. et Mohr) Kütz.	+	+	+	+
<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kütz.) Kütz.		+	+	
<i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kütz.			+	
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.		+	+	
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kütz.			+	
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey			+	
<i>Spongomorpha aeruginosa</i> (L.) Hoek			+	
<i>Ulvaria obscura</i> (Aresch.) Bliding	+	+	+	

Для оценки выравненности видов по обилию была применена статистическая обработка результатов с помощью индекса Шеннона. Полученные значения не отличались от таковых для ассоциаций губы Зеленецкая, что подтверждает идентичность выделенных ассоциаций.

Сравнение полученных данных с литературными (Блинова, 1964 а) не выявило изменений в видовом составе и биомассе ламинариевых водорослей исследованных губ за пятидесятилетний период.

Выводы

1. В губе Ивановская было выделено 2 ассоциации: в устье превалирует ассоциация *L. digitata* + *Alaria esculenta* + *D. aculeata*, а в защищенных участках - ассоциация *S. latissima* + *L. digitata*.
2. В губе Дроздовка было отмечено 2 ассоциации: в слабозащищенных участках губы *S. latissima* + *A. esculenta*, а в вершине губы – *S. latissima* + *D. aculeata*.
3. Сравнительный анализ с литературными данными не выявил изменений за последние 50 лет в видовом составе и биомассе доминантных видов водорослей.
4. Видовое разнообразие губ Ивановская и Дроздовка не отличается от губы Зеленецкая.

Л и т е р а т у р а

Блинова Е.И. Эколого-флористический очерк губы Ивановки – реликтового водоема Баренцева моря // Запасы морских растений и их использование. М.: Наука, 1964 а. С. 58–70.

Блинова Е.И. Типы растительности макрофитов сублиторали Мурманского побережья Баренцева моря // Тр. мол. уч. ВНИРО. 1964 б. С. 136–140.

Блинова Е.И. Распределение и количественные показатели промысловых водорослей сублиторали Мурман (Баренцево море) // Растительные ресурсы. 1965. Т. 1, №. 2. С. 583.

Бобков А.А., Стрелков П.П., Ильина А.Н. Приливная изменчивость океанологических условий сублиторали губы Ивановской // Вестник СПбГУ. Сер. 7: Геология, география. СПб: СПбГУ, 2010. С. 86–99.

Гурьянова Е.Ф., Закс И.Г., Ушаков П.В. Литораль Кольского залива // Тр. Ленингр. Общ. естеств. 1930. Т. LX, вып. 2. С. 17–108.

Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова Думка, 1975. 248 с.

Макаров В.Н. Сырьевые ресурсы промысловых водорослей // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. С. 257–272.

Малавенда С.В. Структура сообществ *Saccharina latissima* (Phaeophyceae) Баренцева моря // Матер. II (X) межд. ботан. конф. мол. уч. (г. Санкт-Петербург, ноябрь 2012). СПб: СПбГТУ «ЛЭТИ», 2012. С. 36.

Метельский А.А. Ламинариевые водоросли и их эпифиты губ Дроздовка и Ивановская Восточного Мурмана // Материалы XXX юбил. конф. молод. ученых ММБИ, посвящ. 150-летию со дня рожд. Н.М. Книповича (май 2012, г. Мурманск). Мурманск: ООО «Мурманский печатный двор», 2012. С. 122–126.

Морозова-Водяницкая Н.В. Растительные ассоциации в Черном море // Тр. Севаст. биол. станции. 1959. Т. 11. С. 3–28.

Пропп М.В. Экология прибрежных донных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря. Л.: Наука, 1981. 128 с.

Рыжик И.В., Метельский А.А. Запасы и распределение ламинариевых водорослей в губе Ивановская Баренцева моря // Матер. XXIII конф. мол. уч. ММБИ (май 2005 г). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2005. С. 97–101.

Сорокин А.Л., Пельтихина Т.С. Ламинариевые водоросли Баренцева моря. Мурманск: ПИНРО, 1991. 87 с.

Шошина Е.В., Аверинцева С.Г. Распределение ассоциаций водорослей, видовой состав и биомасса в губе Ярнышной Баренцева моря // Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России. Апатиты: КНЦ РАН, 1994. С. 38–61.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ЗАЛИВА ГРЕН-ФЬОРД (ЗАПАДНЫЙ ШПИЦБЕРГЕН)

Н.И.Мещеряков

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Седиментогенез на шельфах арктических морей носит ряд характерных особенностей, отличающих его от других климатических районов Земли. Одним из важнейших природных агентов, влияющих на перераспределение осадочного материала на шельфовых зонах арктических морей и в прибрежной полосе, является ледовый фактор (береговой припай, стамухи, паковый лед, речной лед и др.) (Матишов, 1984; Лисицын, 1994; Тарасов, Матишов, 1998). Настоящее исследование направлено на решение части фундаментальной научной проблемы седиментологии, связанной с развитием представлений о накоплении и перераспределении осадков в береговых зонах арктических широт.

В основу статьи положены материалы наблюдения над динамикой морского льда и переноса им осадочного вещества в ноябре-декабре 2012 г. в береговой зоне залива

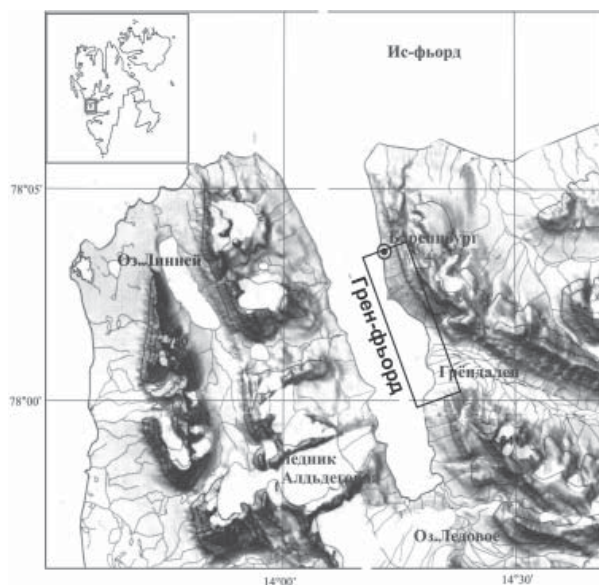


Рис. 1. Район работы

Грен-фьорд (Западный Шпицберген) от устья реки Грендаллен до порта пос. Баренцбург (рис.1). Географические и климатические особенности данного региона хорошо известны из многочисленных публикаций (Иванов и др., 2010; Тарасов, 2010 и др.).

Особый интерес вызывает устьевая зона Грендаллен, она представляет собой подтопляемую дельту реки, впадающую в залив Грен - фьорд с восточного берега, которая во время отлива широко осушается. В результате формируется зона литорали шириной до 800 м. Река Грендаллен является крупнейшей водной артерией данного региона, которая имеет наибольшую площадь водосбора и занимает первое место среди рек бассейна Грен-фьорд по объемам твердого

стока (Соловьянова, Третьяков, 2004). Соответственно, она служит основным источником поставки в залив терригенного осадочного вещества. Обширное мелководье определяет характер распределения современных типов отложений и рисунок микрорельефа литорали и sublиторали.

Для района характерно наличие положительных форм рельефа дна – кос, которые расположены линейно за литоральной зоной, параллельно береговой линии. Они имеют продолговато-изогнутую форму и «крылья», обращенные в сторону берега. Размеры их разные: от 20 до 40 м, отделены друг от друга «проливами» шириной до 30 м. Песчаные косы возвышаются над уровнем максимальной воды на 1-2 м, а некоторые из них во время сизигийного прилива покрываются водой. В поперечном профиле они имеют ассиметричное строение, склон, обращенный к морю более пологий, чем в сторону берега (рис. 2). Данные образования сложены отложениями, в гранулометрическом составе которых, преимущественно, преобладают грубозернистые фракции (песчано-гравийно-галечной размерности).

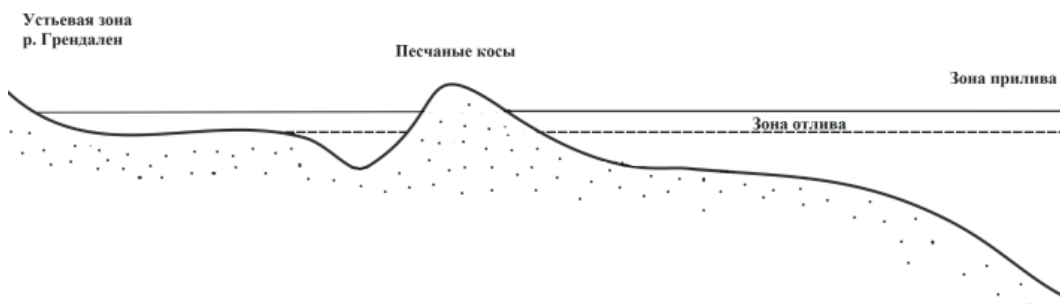


Рис. 2. Поперечный профиль устьевой зоны р. Грендаллен

Следует отметить, что окружающая указанные косы мелководная область литорали и sublиторали характеризуется распространением глинисто-мелкоалевритовых илов («няша») с островным расположением небольших пятен более грубого материала.

Гранулометрический анализ проб донных наносов показал, что отложения, главным образом, плохо сортированные, имеют самый разнообразный гранулометрический состав – от пелитового с примесью гальки, гравия, алеврита и песка до существенно песчаного и песчано-гравийно-галечного. Минерало-петрографический состав песчаных зерен, гальки, и гравия, в целом, отражает состав пород горного окружения района.

В зимний период в пределах литорального мелководья образуется припай, который в силу приливо-отливных колебаний уровня воды время от времени теряет свою «привязанность» к берегу и, разламываясь, формирует ледовое поле разноразмерных льдин. В целом, устьевая зона покрывается льдом в первую очередь. При прижимных ветрах (с запада и северо-запада) ледовое поле держится в полосе восточного берега залива, а ветры восточных и южных направлений приводят льдины к дрейфу.



Рис. 3. Ледовый припай с терригенными включениями

Наблюдения показали, что образовавшийся припай имеет в своей структуре терригенную составляющую (мелкий гравий, крупный песок) (рис. 3). Включение терригенного материала в структуру припайных льдов происходит в течение всего ледостава, но начинается с подошвы припая. На поверхность припая обломочный материал попадает в результате действия прибоя и волнового всплеска. В донной части припая материал скапливается за счет действия приливо-отливных колебаний уровня воды. Во время отлива лед оседает на грунт. В период прилива лед вместе с вмерзшим рыхлым материалом всплывает на поверхность. В дальней-

шем продолжается нарастание кристаллического льда. Поскольку процессы нарастания льда и приливо-отливные колебания уровня воды повторяются периодически, то морской лед приобретает слоистую текстуру (Тарасов, 1981). Со временем в результате нарастания кристаллического льда периферийная его часть становится внутренней. То же можно сказать и про терригенную составляющую. Ярко выражены различного рода типы залегания обломочного материала в припайных льдах, обусловленные разным механизмом его захвата: а) на поверхности припая, б) в донной части льдов и в) во внутренней части льдин (Чувардинский, 1985). При дрейфовых ветрах лед свободно перемещается по заливу. При этом припайный лед с включением осадочного вещества в ходе сокращения и таяния постепенно теряет содержащийся песчано-галечный материал. Механизмы ледового переноса, характерные для данного региона, более подробно изложены в работе Г.А.Тарасова (Тарасов, 2010).

Таким образом, на седиментацию и перераспределение осадков в береговых областях залива Грен-фьорд влияет ряд факторов. Так, в устьевой зоне реки Грендаллен их основу составляет комплекс гидрологических, гидрохимических, биологических и морфологических процессов, происходящих в результате взаимодействия речных и морских вод. Устьевая область реки – особый географический объект, обладающий в том числе специфическим ландшафтом – наличием песчаных кос. Они – не сезонные образования, а являются долгоживущими аккумулятивными формами. Не исключено, что форма их может изменяться. Что касается восточного берега залива Грен-фьорд, то здесь имеет место ледовый перенос и дальнейшее

перераспределение осадков ледового просева. Под действием ряда факторов от припая откалываются куски льда, имеющие в своей структуре терригенные включения. Далее плавучие льдины различного размера и формы свободно дрейфуют в более мористые районы залива. На своем пути они в результате таяния разбавляют своими кластическими включениями донные алевроит–пелитовые илы (Тарасов, Костин и др. 2003). Тем самым, припайные льды оказывают определенное влияние на формирование структуры глубоководных донных отложений, а также под действием ветровых течений прибывают к различным участкам берега залива, перенося свои включения в другие районы акватории Грен-фьорда.

Л и т е р а т у р а

Иванов Б.В., Журавский Д.М., Священников П.Н., Павлов А.К. Многолетняя изменчивость ледового режима в заливе Грен-фьорд (арх. Шпицберген) // Комплексные исследования Шпицбергена. Вып.10. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. С. 398–402.

Лисицын А.П. Ледовая седиментация в Мировом океане. М.: Наука, 1994. 447 с.

Матишов Г.Г. Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984. 176 с.

Соловьянова И.Ю., Третьяков М.В. Наблюдение за стоком взвешенных наносов рек бассейна залива Грен-фьорд // Комплексные исследования Шпицбергена. Вып.4. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2004. С. 230–236.

Тарасов Г.А. Количественная оценка терригенных включений морского льда в прибрежной зоне Баренцева моря // Докл. АН СССР. 1981. Т. 256, № 4. С. 936–938.

Тарасов Г.А. Новые данные изучения ледового транспорта осадочного вещества в заливе Грен-фьорд // Комплексные исследования Шпицбергена. Вып. 10. М.: ГЕОС, 2010. С. 480–485.

Тарасов Г.А., Костин Д. А., Митяев М.В., Герасимова М.В. Об условиях седиментогенеза в заливе Грен-фьорд (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования Шпицбергена. Вып. 3. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 91–97.

Тарасов Г.А. Быстроменяющийся гляциально-перигляциальный ландшафт Западного Шпицбергена // Комплексные исследования Шпицбергена. Вып. 11. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2012. С. 232–238.

Тарасов Г.А., Матишов Г.Г. Особенности ледового седиментогенеза на шельфе Западно-Арктических морей // Докл. РАН. 1998. Т. 360, № 6. С. 799–802.

Чувардинский В.Г. Геолого-геоморфологическая деятельность припайных льдов (по исследованиям в Белом море) // Геоморфология. 1985. №3. С.70–77.

ЦИТОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ АФАЛИН РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Т.В. Минзюк

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: minzyuk@mail.ru

Фагоцитирующие лейкоциты являются центральным звеном врожденного клеточного иммунитета. Они играют роль медиаторов воспаления, обладают цитотоксическим,

противоопухолевым действием, но их основная функция – антимикробная защита (Пигаревский, 1978; Зайчик, Чурилов, 2002). Функциональные возможности гранулоцитов связаны с наличием большого количества ферментов и основных белков (щелочная фосфатаза, неферментные катионные белки, миелопероксидаза, нафтол-AS-D-хлорацетат эстераза, НАДФН-оксидаза), содержащихся в цитоплазме и ее зернистости. Функциональное состояние циркулирующих лейкоцитов позволяют оценить геометрические и оптические параметры окрашенных внутриклеточных компонентов гранул и цитоплазмы (Славинский, 2008).

Катионные белки (КБ) являются важной составной частью антимикробной защиты организма, а их недостаток в гранулоцитах приводит к резкому снижению неспецифической резистентности (Пигаревский, 1978). Уровень естественной резистентности организма имеет большое значение в процессах адаптации животных к условиям окружающей среды, особенно в раннем постнатальном онтогенезе животных, когда формируется система специфического иммунитета. КБ проявляют бактерицидную активность в анаэробных условиях, что существенно для животных, подвергающихся воздействию гипоксии при нырянии. Данных о содержании катионного белка у морских млекопитающих в доступной литературе нет.

Щелочная фосфатаза принимает активное участие в обменных процессах, катализируя обмен нуклеиновых кислот, белков и липидов (Шубич, Нагоев, 1980). Известно, что активность щелочной фосфатазы в плазме крови у морских млекопитающих по сравнению с наземными выше во все возрастные периоды (Voily et al., 2006). Сведений о внутриклеточном содержании щелочной фосфатазы лейкоцитов у морских млекопитающих в литературе не встречается.

Цель работы. Определить содержание катионных белков (КБ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) в лейкоцитах афалин разного возраста.

Объектом исследования явилась черноморская афалина (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) в возрасте от 1 до 20 лет. Материал от дельфинов получен в океанариуме г. Севастополя (Украина). Кровь у дельфинов брали из вен хвостового плавника.

Мазки крови фиксировали в метаноле и парах формалина в течение 5 минут. Катионный белок окрашивали прочным зеленым по методике М. Олферта и И. Гешвинда (по: Бутенко и др., 1974), щелочную фосфатазу выявляли по Л.С. Кэплов (Karlow, 1955).

Окрашенные препараты изучали, используя масляную иммерсию (объектив $\times 100$, окуляр $\times 10$), с помощью микроскопа Axio Imager M1, оснащенного цифровой видеокамерой AxioCam и программным обеспечением AxioVision (фирмы Zeiss).

При определении содержания КБ и ЩФ в гранулоцитах крови вычисляли средний цитохимический коэффициент (СЦК) (Лецкий, 1973). Статистическую обработку результатов проводили методами вариационной статистики с использованием программ Microsoft Excel Windows XP и Statistica 6.0.

Катионный белок лейкоцитов дельфинов локализован в цитоплазматических гранулах. Средняя площадь одной гранулы у афалин составляет 0.29 мкм^2 (у человека – 0.30 мкм^2). Во всех возрастных группах афалин преобладают гранулоциты с яркоокрашенными и интенсивно заполняющими цитоплазму гранулами, в которых содержится катионный белок.

Количество КБ⁺ лейкоцитов у афалины, в среднем, составляет 35%. У многих неполовозрелых афалин (в возрасте до 5-7 лет) содержание КБ в 3 раза выше (рис. 1), чем у тюленей в данный возрастной период (Минзюк, 2011). У половозрелых дельфинов (7-16 лет) средние значения коэффициента не изменяются ($p < 0.01$), наблюдается лишь некоторое снижение вариабельности исследуемого показателя (коэффициент вариации снижается с 33% до 24% у неполовозрелых и половозрелых афалин, соответственно).

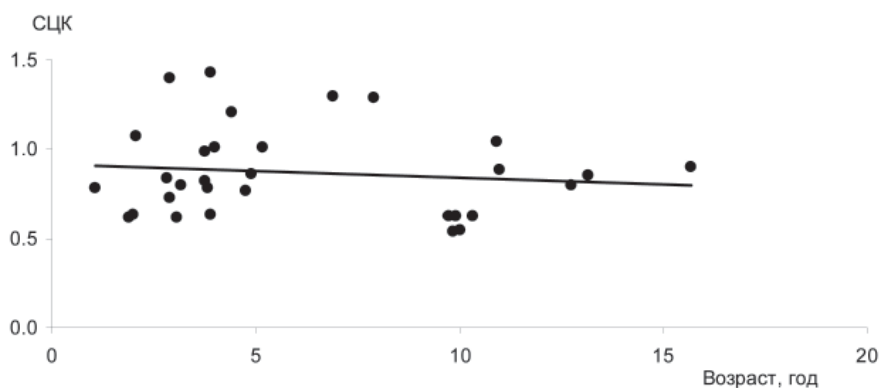


Рис. 1. Возрастные изменения содержания катионного белка у дельфина-афалины

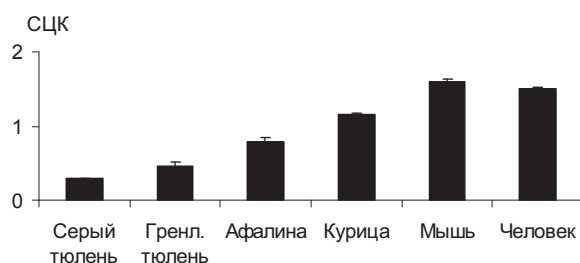


Рис. 2. Содержание катионного белка в гранулоцитах взрослых животных разных видов (серый и гренландский тюлень – собственные данные; курица, мышь и человек по: Клетикова, 2010, Будыка и др., 2009; Стойко, Ермаков, 2004, соответственно)

У всех исследованных представителей морских млекопитающих содержание КБ значительно ниже, чем у животных других видов и человека (рис. 2).

Таким образом, наибольшие изменения в содержании бактерицидных белков отмечены у неполовозрелых афалин (в возрасте от года до 5-7 лет), на следующих возрастных этапах содержание белка остается относительно постоянным.

Показатели ферментативной активности щелочной фосфатазы отражают состояние окислительной системы клеток крови, в целом, свидетельствуют об уровне катаболических процессов в лейкоцитах.

В фосфатазо-положительных лейкоцитах периферической крови афалин наблюдается диффузно-гранулярное распределение фермента. Гранулы мелкие, интенсивность окрашивания и характер распределения окрашенной щелочной фосфатазы у афалин на всех возрастных этапах высокие.

У афалин старше семи лет в 42% случаев встречаются лейкоциты, содержащие на клеточной мембране различные по форме крупные гранулы. Известно, что щелочная фосфатаза является мембранным гликопротеидом, располагается вблизи мембраны клеток или встроена в нее. Установлено, что 70% щелочной фосфатазы содержится в секреторных пузырьках, которые полностью перемещаются к плазматической мембране после стимуляции нейтрофилов (Vorregaard et al., 1987; Morgan et al., 1997), у больных с острыми бактериальными инфекциями (Karlsson et al., 1995).

У исследуемых дельфинов в возрасте от 2 до 20 лет среднее количество фосфатазоположительных клеток составляет 78%, значения СЦК - 2.23 ± 0.03 (рис. 3). Данные показатели заметно выше по сравнению с другими клинически здоровыми видами животных репродуктивного возраста: СЦК коровы – 2.09 ± 0.23 (Лукашик, интернет-ресурс), мышь – 1.59 ± 0.16 (Тимченко и др., 2010), крыса – 1.89 ± 0.04 (Овсянников и др., 2012) и человек – 0.29 ± 0.03 . Известно, увеличение активности щелочной фосфатазы в лейкоцитах наблюдается у детей в период быстрого роста, у женщин в последнем триместре беременности. Активность щелочной фосфатазы неполовозрелых афалин не отличается от таковой у животных репродуктивного возраста.

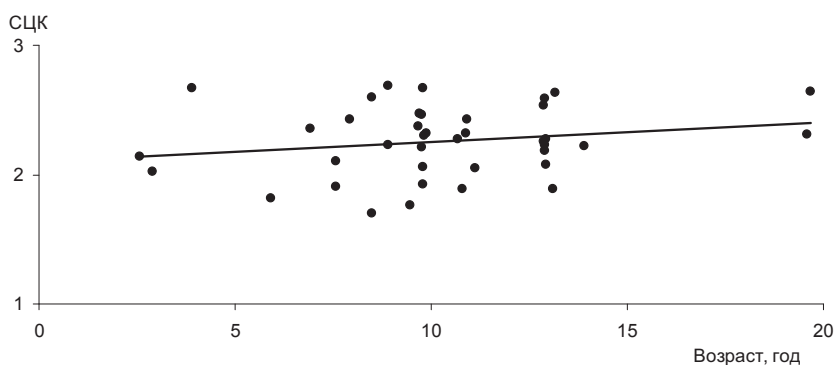


Рис. 3. Возрастные изменения содержания щелочной фосфатазы у дельфина-афалины

Исследование функционального состояния лейкоцитов у 4-х беременных самок афалин показало, что среднее количество лейкоцитов, содержащих щелочную фосфатазу, высокое на протяжении беременности – 84.3%. У одной особи в последнем триместре число активных клеток составляет 100%. Это обусловлено хронической пневмонией данного животного и, по-видимому, дополнительная инфекционная нагрузка ослабляет иммунную защиту организма. Отмечено, что степень повышения активности щелочной фосфатазы при угрозе прерывания беременности, по сравнению с женщинами при физиологическом течении беременности, составляет 18% (Колесник и др, 2009). Сама беременность рассматривается как вариант воспалительного процесса, протекающего на фоне повышенной готовности циркулирующих нейтрофилов к выполнению всех присущих им защитных функций (Колесник и др, 2009).

СЦК в данной группе животных лишь на 9% выше ($\text{СЦК} = 2.51 \pm 0.03$), чем, в среднем, у половозрелых самок. В период лактации только на одном животном показано, что содержание щелочной фосфатазы ниже (СЦК составляет 1.97) по сравнению с небеременными и беременными самками. Известно, что активность щелочной фосфатазы нейтрофилов крови высокопродуктивных коров сразу и в течение 2-3 месяцев в период лактации очень низкая: $\text{СЦК} = 0.25-0.27$, у завершивших лактацию – 2.09 ± 0.23 (Лукашик, интернет ресурс). Таким образом, у беременных афалин наблюдается повышенный уровень щелочной фосфатазы в гранулоцитах в сравнении с небеременными самками репродуктивного возраста.

Впервые проведенный анализ функционального состояния лейкоцитов крови на основе цитохимических параметров клеток показал, что содержание КБ и ЩФ у афалин в разные возрастные периоды высокое. Пребывание дельфинов в однородной водной среде обеспечивает, в среднем, одинаковый уровень содержания белков и ферментов в циркулирующих гранулоцитах афалин независимо от их возраста. Высокая плотность заполнения и интенсивность окрашивания гранул, содержащих КБ и/или ЩФ, в гранулоцитах свидетельствует об их важной роли в защите организма от инфекций.

Л и т е р а т у р а

Будыка Д.А., Абзаева Н.А., Руднев С.М. и др. Бактерицидная активность полиморфно-ядерных лейкоцитов крови белых мышей, привитых против чумы, и в различных схемах инфицирования чумной инфекцией // Проблемы особо опасных инфекций. 2009. Т. 100. С. 50–56.

Бутенко З.А., Глузман Д.Ф., Зак К.П. и др. Цитохимия и электронная микроскопия клеток крови и кроветворных органов. Киев: Наукова думка, 1974. 248 с.

Зайчик А.Ш., Чурилов Л.П. Механизмы развития болезней и синдромов. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2002. 507 с.

Клетикова Л.В. Содержание катионных белков в гранулоцитах птиц // Естественное и гуманитарное. 2010. Т. 6, № 1. С. 51–52.

Колесник Н.В., Качанова Ж.С., Кузьменко В.А. Функциональное состояние циркулирующих нейтрофилов крови женщин с физиологическим течением беременности и при угрозе её невынашивания (Запорожский промышленный регион) // Вісник Запорізького національного університету. 2009. №2. С. 104–110.

Лецкий В.Б. Цитохимические исследования лейкоцитов (методические рекомендации). Л.: Медицина, 1973. 33 с.

Лукашик Г.В. Способ определения кетоза у высокопродуктивных коров // Инновации в животноводстве. ЮФ НУБіП України «КАТУ». Интернет ресурс http://www.csau.crimea-ua.com/ru/innovacionnie_proekti.html

Минзюк Т.В. Возрастные изменения бактерицидной активности зернистых лейкоцитов серых тюленей // Вестник ЮНЦ. 2011. Т. 7, № 4. С. 70–73.

Овсянников В.Г., Бойченко А.Е., Николаев В.Е. и др. Онтогенетические особенности изменения фагоцитарной активности лейкоцитов при острой боли // Современные проблемы науки и образования [электронный ресурс]. 2012. № 2.

Пигаревский В.Е. Зернистые лейкоциты и их свойства. М.: Медицина, 1978. 128 с.

Славинский А.А. Локализация компонентов антибактериальных систем в цитоплазме нейтрофильных лейкоцитов: компьютерный анализ клеточного изображения // Фундаментальные исследования. 2008. № 9.

Стойко Ю.М., Ермаков Н.А. Клинические и фармакоэкономические аспекты консервативного лечения хронической венозной недостаточности нижних конечностей // Хирургия, приложение к Consilium Medicum. 2004. Т. 6, № 2. С. 23–26.

Тимченко Л.Д., Затона Е.Г., Походенко М.В. Ферментативная активность нейтрофилов лабораторных крыс в репродуктивном периоде онтогенеза при повреждении покровных тканей под влиянием нового биологически активного препарата на основе эмбрионально-яичной массы // Вестник МГОУ. Серия Естественные науки. 2010. № 1. С. 71–75.

Шубич М.Г., Нагоев Б.С. Щелочная фосфатаза лейкоцитов в норме и патологии. М.: Медицина, 1980. 224 с.

Boily F., Beaudoin S., Measures L.N. Hematology and serum chemistry of harp (*Phoca groenlandica*) and hooded seals (*Cystophora cristata*) during the breeding season, in the Gulf of St. Lawrence, Canada // J. Wildlife Diseases. 2006. V. 42, N 1. P. 115–132.

Borregaard N., Jensen H.S., Bjerrum O.W. Prevention of tissue damage: inhibition of myeloperoxidase mediated inactivation of alpha 1-proteinase inhibitor by N-acetyl cysteine, glutathione, and methionine // Agents. Actions. 1987. V. 22, N 3–4. P. 255–260.

Kaplow L.S. A histochemical procedure for locating and evaluating leucocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and bone marrow // Blood. 1955. V. 10. P. 1023–1029.

Karlsson A., Khalfan L., Dahlgren C. et al. Neutrophil alkaline phosphatase activity increase in bacterial infections is not associated with a general increase in secretory vesicle membrane components // Infect. Immun. 1995. V. 63, N 3. P. 911–916.

Morgan C.P., Sengelov H., Whatmore J. et al. ADP-ribosylation-factor-regulated phospholipase D activity localizes to secretory vesicles and mobilizes to the plasma membrane following N-formylmethionyl-leucyl-phenylalanine stimulation of human neutrophils // Biochem. J. 1997. V. 325, N 3. P. 581–585.

О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ НОВЫХ НАХОДОК БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

И.О. Нехаев

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

В последнее время стали появляться сообщения о находках ранее не отмечавшихся видов беспозвоночных в северных морях России. При этом большинство авторов объясняет новые фаунистические данные происходящими в настоящее время климатическими изменениями, повлекшими расширение ареалов бореальных видов (Martynov et al., 2006; Kantor et al., 2008; Golikov et al., 2012), в то время как попытки обосновать новые находки методическими причинами или недостаточной изученностью региона остаются в меньшинстве (Любина, 2011).

В настоящей работе будут проанализированы последние находки брюхоногих моллюсков, ранее не указанных в фаунистических списках для России (Golikov et al., 2001; Кантор, Сысоев, 2006). Мы попробуем ответить на вопрос – насколько применима для объяснения новых находок брюхоногих моллюсков в Баренцевом море гипотеза о климатических колебаниях.

Материалом для настоящей работы послужили сборы, выполненные в ходе морских и береговых экспедиций Мурманского морского биологического института КНЦ РАН в 2000-2011 годах. В настоящей работе не обсуждаются виды, находки которых связаны первоочередно с недавними таксономическими ревизиями (например семейства Littorinidae и Skeneidae).

Данные о новых находках девяти не отмеченных в последних сводках по фауне России видах раковинных брюхоногих моллюсков на акватории Баренцева моря приведены в таблице. Считалось, что большая часть обсуждаемых видов ограничена в своём распространении северными районами Норвегии, т. е. область их распространения пролегла в 150-1000 км от актуальных точек находок.

Все отмеченные впервые в ходе настоящих исследований виды, за исключением *Thesbia nana*, имеют схожие ареалы, растянутые в широтном направлении вдоль атлантического побережья, от средиземноморского региона до севера Скандинавии и Мурмана. Область распространения *Thesbia nana* растянута в долготном направлении по сравнению с другими видами, но ограничена на юге британскими островами.

Из рассматриваемых видов три были отмечены на второй станции стандартного разреза «Кольский меридиан», каждый из остальных был обнаружен как минимум в двух губах и заливах Кольского полуострова. Количество находок ранее не отмеченных в регионе видов распределяется в губах и заливах Мурмана следующим образом: 4 – Ярнышная губа, 3 – Дальнезеленецкая, 2 – Ура-Губа, по одному в Кольском и Мотовском заливах и губах Долгая и Териберка.

Необходимо отметить, что *Gibbula cineraria* уже была указана для района Ура-Губы Н.М. Книповичем (Knipowitch, 1900), однако более поздние исследования по фауне трохид не выявили находку этого вида в российских водах (Галкин, 1955).

Retusa pellucida часто рассматривается как синоним *Retusa truncatula* (Bruguère, 1792), который также был указан Книповичем из Ура-Губы (Knipowitch, 1900) как *Utriculus truncatulus*. Вероятно, что эта находка также может относиться к *R. pellucida*, (Chaban, Nekhaev, 2010). Сложности также возникают и с определением ранее сообщавшейся восточной границы ареала *R. pellucida*, так как (Sars, 1878) из северной Норвегии были указаны как *R. truncatula*, так и *R. pellucida*, в то время как в последних сводках фигурирует лишь первый из указанных видов (Høisæter, 2009). Как бы то ни было в последних фаунистических сводках по российским северным морям отсутствуют сведения об обоих упомянутых выше видах.

Pseudosetia turgida был упомянут в каталоге «Животные и растения Баренцева моря» (Брызгин и др., 1981), который включает в себя, преимущественно, фауну российской баренцево-морской акватории. К сожалению, авторы каталога не привели сведений о распространении рассмотренных в нём видов в Баренцевом море, поэтому вопрос о том, был ли отмечен вид *Pseudosetia turgida* в российских водах или из прилегающей норвежской акватории, остаётся открытым. В других доступных источниках этот вид из российских вод не упоминается.

Остальные виды, указанные в таблице, в доступных работах российских авторов не упоминались.

Таблица

Находки ранее не отмеченных в России видов брюхоногих моллюсков

Вид	Предыдущее место находки	Новое место находки
<i>Alvania punctura</i> (Montagu, 1803)	Севернее Лофотенских островов (Høisæter, 2009)	губа Долгая (69°11.490'N, 34°58.319'E) губа Ярнышная (69°07.32'N, 36°02.12'E) (Nekhaev, 2013)
<i>Aporrhais pespelicani</i> (Linnaeus, 1758)	Финмаркен (до 70°N) (Høisæter, 2009)	Дальнезеленецкая губа (69°07'03''N; 36°04'12''E) Мотовский залив, Кислая губа (69°31.6'N; 33°15.4'E) (Kantor et al., 2008) Ура-Губа (69°22'9.12N; 32°54'37.1) (неопубликованные данные)
<i>Eulima bilineata</i> Alder, 1848	Варангер-фьорд, в районе Вадсё (Høisæter, 2009)	Дальнезеленецкая губа (69°07,917'N, 36°05,452' E 69°07,775'N, 36°06,854'E 69°08,408'N, 36°04,540'E) губа Ярнышная, (69°07,802'N, 36°02,114'E) (Nekhaev, 2011)
<i>Gibbula cineraria</i> (Linnaeus, 1758)	Северная Норвегия, за исключением Финмаркена, где были отмечены только пустые раковины (Høisæter, 2009); в России – в Ура-Губе (Knipowitch, 1900)	Варангерфьорд, литораль, о. Большой Айнов (69°50,062'N, 031°33,175'E; 69°50,441'N 031°35,054'E; 69°50,032'N, 031°33,698'E) губа Ярнышная (69°07,783'N 36°00,599'E) (Nekhaev, неопубликованные данные)
<i>Haliella stenostoma</i> (Jeffreys, 1858)	Район Тромсё (69°41' N) (Høisæter, 2009)	Баренцево море, вторая станция разреза «Кольский меридиан» (70°00'N, 33°33'E) (Nekhaev, неопубликованные данные)
<i>Odostomia turrita</i> (Hanley, 1844)	Глом-фьорд (66°49') (Høisæter, 2009)	Кольский залив (69°02,272'N; 33°02,727'E) губа Ярнышная, (69°07,783'N, 36°01,507'E) Дальнезеленецкая губа, (69°07'27,5''N, 36°05'26,1''E; 69°07'29,1''N, 36°05'00,2''E; 69°07'29,1''N, 36°05'00,2''E) (Nekhaev, 2011)
<i>Pseudosetia turgida</i> (Jeffreys, 1870)	Район Гратангена (68°44' N) (Høisæter, 2009)	Баренцево море, вторая станция разреза «Кольский меридиан» (70°00'N, 33°33'E) (Nekhaev, неопубликованные данные)
<i>Retusa pellucida</i> (Brown, 1827)	Район Лофотенских островов (Sars, 1878)	Ура-губа, Териберка, Ярнышная (Chaban, Nekhaev, 2010)
<i>Thesbia nana</i> (Lovén, 1846)	Восточный Финмаркен (Høisæter, 2009)	Баренцево море, вторая станция разреза «Кольский меридиан» (70°00'N, 33°33'E) (Nekhaev, Kantor, 2012)

На настоящий момент фауна морских раковинных брюхоногих моллюсков Мурман составляет не менее 110 видов, из которых 78 отмечены в оригинальном материале. При этом, в состав фауны соседних регионов Норвегии – Финмарка и Тромса входит 237 видов

раковинных Gastropoda (Høisæter, 2009). Таким образом, в качестве основной причины участвовавших находок ранее не отмеченных видов брюхоногих моллюсков в Баренцевом море можно считать плохую изученность фауны Мурманского побережья.

Почти все отмеченные виды могут быть спутаны с другими похожими моллюсками, обитание которых в российских водах не подлежит сомнению. Очень характерной внешней морфологией характеризуются только *Aporrhais pespelicani*, а также представители семейства Eulimidae – *Eulima bilineata* и *Haliella stenostoma*.

За исключением *Gibbula cineraria* и *Aporrhais pespelicani*, все обнаруженные моллюски имеют высоту раковины менее 1 см, а *Pseudosetia turgida*, *Alvania punctura* и *Odostomia turrita* и вовсе около 2 мм. Таким образом, их отсутствие в старых сборах может быть объяснено также и методическими особенностями сбора в предыдущих экспедициях (Любина, 2011).

Ещё одним важным источником методической ошибки при определении является плохая сохранность многих раковин. При этом, может происходить как механическое разрушение при промывке, транспортировке и работе с пробой, так и растворение раковин формалином. Для *Pseudosetia turgida* и *Alvania punctura* плохая сохранность отдельных очень тонких элементов скульптуры может сделать точную идентификацию моллюска невозможной.

Таким образом, участвовавшие случаи находок новых для исследуемого района видов, вероятнее всего вызваны плохой изученностью малакофауны региона.

Л и т е р а т у р а

Брызгин В.Ф., Денисенко Н.В., Денисенко С.Г., Калюжный Э.Е., Рыжов В.М. Животные и растения Баренцева моря. Апатиты, 1981. 188 с.

Галкин Ю.И. Брюхоногие моллюски Трохиды дальневосточных и северных морей СССР (семейства Trochidae). М.-Л.: Наука, 1955. 932 с.

Любина О.С. Морфология и распределение амфипод *Ericthonius stephenseni* и *Guernea nordenskjoeldi* (Crustacea) в Баренцевом и Карском морях // Зоол. жур. 2011. Т. 90, № 3. С. 285–292.

Кантор Ю.И., Сысоев А.В. Морские и солоноватоводные брюхоногие моллюски России и сопредельных стран. М.: КМК, 2006. 371 с.

Chaban E.M., Nekhaev I.O. *Retusa pellucida* (Brown, 1828) (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidea) from the Barents Sea – a new species for the fauna of Russian Arctic seas // Zoosystematica Rossica. 2010. 19(2). P. 196–204.

Høisæter T. Distribution of marine, benthic, shell bearing gastropods along the Norwegian coast // Fauna norvegica. 2009. V. 28. P. 5–106.

Golikov A.N., Sirenko B.I., Chaban E.M. Class Gastropoda. Subclass Pectinibranchia. // List of species of free-living invertebrates of Eurasian and Arctic seas and adjacent deep waters / Sirenko B.I., ed. 2001. V. 51(59). P. 104–108.

Golikov A.V., Sabirov R.M., Lubin P.A., Jørgensen L.L. Changes in distribution and range structure of Arctic cephalopods due to climatic changes of the last decades // Biodiversity. 2012. P. 1–8.

Kantor Yu.I., Rusaev S.M., Antokhina T.I. Going estward – climat changes evident from gastropod distribution in the Barents Sea // Ruthenica. 2008. 18(2) P. 51–54.

Knipowitsch N. Zur Kenntniss der geologischen Geschichte der Fauna des Wessen und Murman Meeres. (Postpliocæne Mollusken und Brachiopoden). St.Petersburg: C.Birkenfeld, 1990. 169 p.

Martynov A.V., Korshunova T.A., Savinkin O.V. Shallow-water opisthobranch molluscs of the Murman coast of the Barents Sea, with new distributional data and remarks on biology // Ruthenica. 2006. V. 16(1-2). P. 59–72.

Nekhaev I.O. Kantor Yu.I. First record of *Thesbia nana* (Lovén, 1846) (Gastropoda: Conoidea) in Russian waters // *Ruthenica*. 2012. V. 22(2). P. 51–54.

Nekhaev I.O. Two species of parasitic molluscs new for Russian Seas // *Ruthenica*. 2011. V. 21(1). P. 69–72.

Nekhaev I.O. The first record of *Alvania punctura* from Russian waters (Gastropoda: Rissoidae) // *Marine Biodiversity Records*. 2013. 6. P. 1–3.

Sars G.O. Bidrag til kundskaben om Norges arktiske fauna: 1. Mollusca regionis Arcticae Norvegiae. Oversigt over de i Norges arktiske region forekommende. Christiania. A.W. Brøgger, 1878. 466 p.

БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В НОЯБРЕ НА РАЗРЕЗЕ «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН»

Р.В. Омельчук

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: omelroma@gmail.com

В период с 8 по 20 ноября 2012 г. на НИС «Дальние Зеленцы» проведена комплексная исследовательская экспедиция по Баренцеву морю на разрезе «Кольский меридиан». В ходе экспедиции были выполнены гидрохимические работы, в том числе определения содержания фосфатов и силикатов, нитритов и нитратов. Анализ на содержание биогенов проводился из фильтрованных проб.

Определения выполнены в соответствии с РД 52.10.243-92 [Руководство..., 1993].

На рис. 1 представлена карта района Баренцева моря «Кольский меридиан», на котором проводились исследования. Всего исследовано 11 станций.

Среднее содержание фосфора (P), кремния (Si), азота нитритов (N_{NO_2}) и азота нитратов (N_{NO_3}) на каждом из горизонтов схожих по параметрам станций, а именно ст. 2-23 (кроме 12 и 21), представлено в таблице 1 и на рис. 2.



Рис. 1. Карта района работ

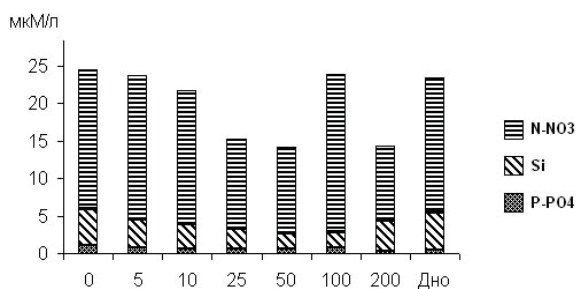


Рис. 2. Гистограмма среднего содержания биогенных элементов на разрезе

В таблицу не вошли данные, относящиеся к ст. 12 и 21. На ст. 21 наблюдалось необычно низкое абсолютное содержание всех биогенных элементов, хотя относительные их концентрации фактически те же, что и на ст. с 2 по 23 (кроме ст. 12, где было абсолютное превышение по фосфатам). Что касается ст. 12, то на ней резко повышена доля фосфатов в общем пуле биогенных элементов.

Т а б л и ц а
Средние концентрации биогенных элементов по горизонтам станций

Горизонт, м	0	5	10	25	50	100	200	Дно
P, мкмоль/л	1.1	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3	0.5
Si, мкмоль/л	4.8	3.7	3.2	2.5	2.0	2.1	4.1	4.9
N-NO ₂ , мкмоль/л	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
N-NO ₃ , мкмоль/л	18.4	19.1	17.8	11.9	11.4	20.9	9.8	17.9

Полученные значения концентраций биогенов по разрезу «Кольский меридиан» согласуются с данными, полученными ранее [Комплексный экологический..., 1989; Несветова, 2002; Химические процессы..., 1997]. Подобная структура содержания биогенных элементов в пелагиали Баренцева моря характерна для предзимнего периода, когда концентрация азота нитритов падает почти до нуля, а содержание азота нитратов на порядок выше нитритов, несколько увеличиваясь от поверхностных горизонтов к придонным [Алекин, Ляхин, 1984; Химические процессы..., 1997]. Среднемноголетнее содержание фосфора фосфатов на горизонте 100 м составляет 0.7-0.9 мкмоль/л, также увеличиваясь в сторону открытой части моря и достигая там уровня 1.0 мкмоль/л [Несветова, 2002]. Для наглядности построены генерализованные профили вертикального распределения фосфора фосфатов и азота нитритов и нитратов по усредненным данным. Профили представлены на рис. 3. Здесь нетрудно заметить скачок концентраций в сторону их уменьшения на глубинах порядка 0-10 м, причем для всех биогенных элементов.

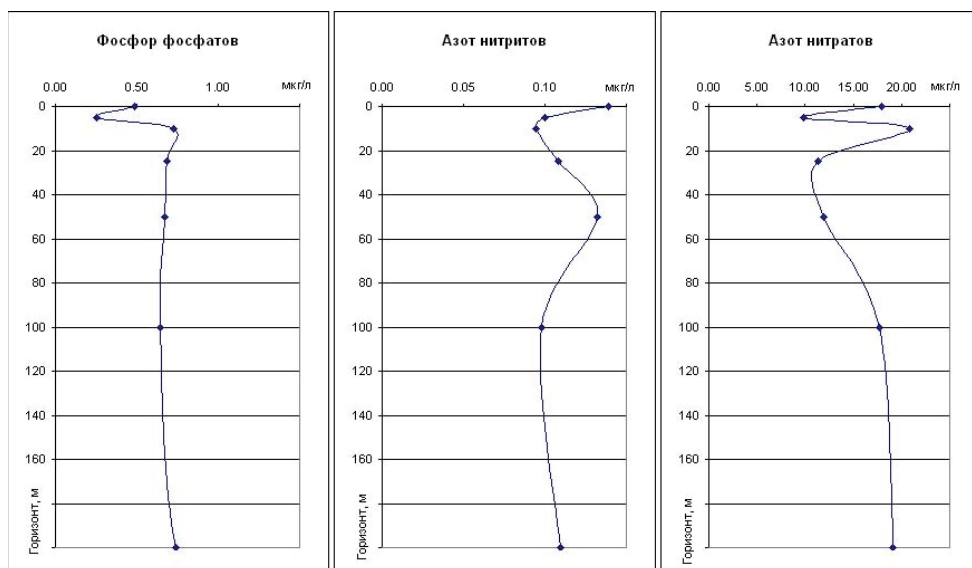


Рис. 3. Генерализованные профили вертикального распределения биогенов

Вышеописанные характеристики распределения биогенов по вертикали оказывают определяющее влияние на процессы вегетации фитопланктона в рассматриваемой части Баренцева моря, что соответствует гидрологической картине предзимнего периода.

Значения общей численности N_{Σ} микропланктона на всей акватории варьировали в диапазоне от 50 до 1100 кл/л, общей биомассы B_{Σ} – от 0.5 до 6.6 мкг/л (1.8 мкг/л, в среднем, по пробам). Общая биомасса форм, традиционно относимых к микрофитопланктону (преимущественно, диатомовые и динофлагелляты), варьировала от 0.1 до 2.4 мкг/л (в среднем, по пробам 1.0 мкг/л). Уровень развития микропланктона значительно ниже, чем в прибрежных р-нах Баренцева (Центральный Мурман) или Карского (Обь-Енисейское мелководье) морей в это время года.

Таким образом, в ходе наших исследований были получены данные по режиму биогенных элементов в предзимний период на разрезе «Кольский меридиан», которые, в целом, подтверждают результаты, полученные ранее учеными ММБИ и ПИНРО.

Л и т е р а т у р а

Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 343 с.

Комплексный экологический мониторинг в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море): зимне-весенний период 1987-1988 г. / С.И. Бардан, Н.В. Дружков, Ю.А. Бобров и др.; Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989. 43 с.

Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. 295 с.

Руководство по химическому анализу морских вод [Руководящий документ. РД 52.10.243-92]. С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1993. 263 с.

Химические процессы в экосистемах Северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.Л. Щекатурина, О.Г. Миронов, В.С. Петров. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. 404 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ THEMISTO LIBELLULA И THEMISTO ABYSSORUM В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ В 2011 Г.

А.С. Орлова

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия

Введение

Пелагические ракообразные семейства *Hyperiidae* (*Amphipoda*) являются важными компонентами в планктонных сообществах в умеренных и высоких широтах. В Баренцевом море в массовом количестве встречаются два вида: *Themisto abyssorum* и *Themisto libellula*, различающиеся экологией, размерами, темпами развития молоди и продолжительностью жизненных циклов (Виноградов и др., 1982; Koszteyn et al., 1995). Было показано, что *Th. abyssorum* (максимальный размер 17 мм) превагирует в атлантических и субарктических водах, а *Th. libellula* (максимальный размер 40 мм) – в арктических. Соответственно, первый вид созревает при длине 11 мм, второй – при длине 18 мм. В зависимости от района обитания для *Th. abyssorum* характерен 1-2-годовой жизненный цикл, для *Th. libellula* – 2-3-годовой, при максимальной продолжительности в арктических водах (Koszteyn et al., 1995; Орлова и др., 2004).

В зависимости от численности, которая контролируется двумя основными факторами: обеспеченностью мезопланктонной пищей и выеданием хищниками, гипериды играют важную роль в питании многих гидробионтов. Основными потребителями темисто в Баренцевом море являются мойва, сайка, молодь палтуса и треска. В литературных источниках отмечалось, что в отдельные годы существовала обратная зависимость между численностью рачков и величиной запаса планктофага-мойвы, и при падении численности этой рыбы в середине холодного периода 1980-х годов ее экологическую нишу заняли темисто (Кашкин, Кашкина, 1996). В эти годы, при перекрывании ареалов трески и темисто, последние занимали ведущее место в откорме трески (Орлова и др., 2003). В периоды питания этими рачками, в пище трески преобладали *Th. libellula*, а у мойвы – *Th. abyssorum* (Dalpadado et al., 2001).

Цель настоящей работы – выявить особенности распределения, видового состава и размерно-возрастной структуры рачков рода *Themisto* в центральном и северо-восточном районах Баренцева моря и на северо-западе Карского моря в теплом 2011 г.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили данные экосистемной съемки ПИНРО (сентябрь 2011 г.). Сборы проб были выполнены сетью Джели (диаметр входного отверстия 37 см, газ 38) в слое 0 – дно. Всего было обработано 36 проб. Обработка материала проводилась в лабораторных условиях, определяли видовой состав темисто, подсчитывали число экземпляров каждого вида и измеряли длину тела рачков. Обработка количественных данных велась стандартными методами линейной статистики.

Результаты и обсуждение

Выполнен анализ распределения, видового состава и некоторых особенностей биологии гиперидов в центральной части и на северо-востоке Баренцева моря (Возвышенность Персея, Новоземельское мелководье, Сухой Нос, район п-ова Адмиралтейства, Мыс Желания, Земля Франца-Иосифа) и северо-западе Карского моря.

По данным уловов сетью Джели в сентябре теплого 2011 г. скопления арктического вида *Th. libellula* и субарктического бореального *Th. abyssorum* в центре и северо-восточной части Баренцева и на северо-западе Карского морей в большинстве районов были довольно разреженными (в среднем 0.04 и 0.02 экз./м³). Исключением были районы Земли Франца-Иосифа, где средняя численность темисто достигала 0.15 (*Th. libellula*) и 0.1 экз./м³

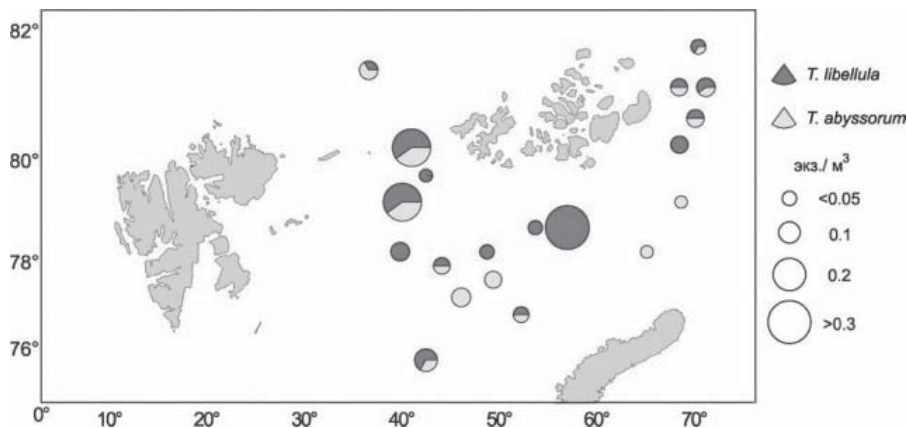


Рис.1. Соотношение различных видов *Themisto* в центре и на северо-востоке Баренцева и северо-западе Карского морей в сентябре 2011 г.

(*Th. abyssorum*) и Новоземельского мелководья, где средняя численность рачков составляла 0.07 экз./м³ у каждого вида (рис. 1).

В соответствии с полученными данными о размерно-возрастной структуре темисто в Баренцевом море, в популяции *Th. libellula* присутствовали 3 размерно-возрастные группы: молодые неполовозрелые особи длиной от 4.5 до 11.5 мм, созревающие и половозрелые особи длиной от 12.5 до 19.5 мм, и половозрелые особи 22.5-23.5 мм, соответственно (рис. 2).

Рис. 2. Размерно-возрастная структура *Themisto libellula* в северо-западной части Карского (а) и северо-восточной части Баренцева (б) морей в сентябре 2011 г.

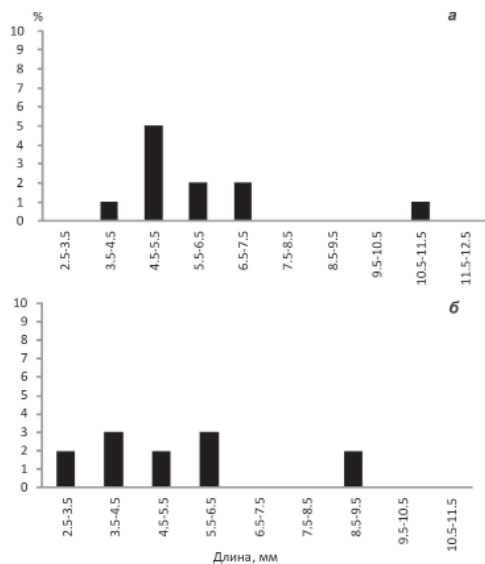
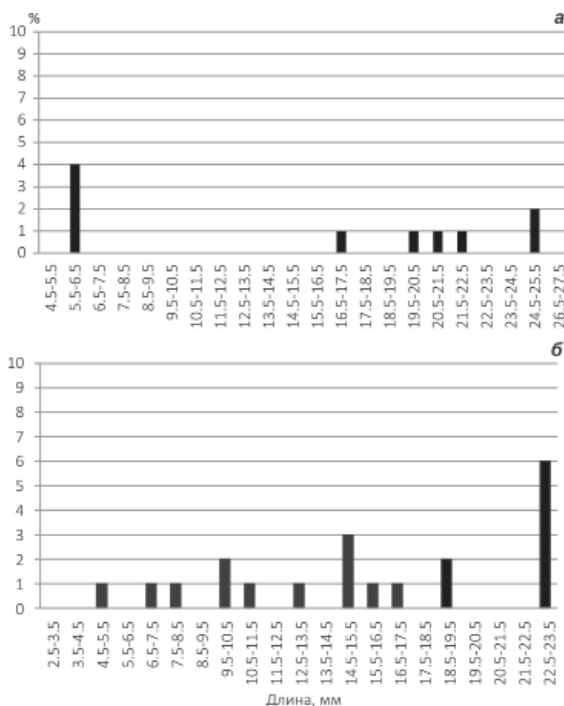


Рис. 3. Размерно-возрастная структура *Themisto abyssorum* в северо-западном районе Карского (а) и северо-восточном районе Баренцева (б) морей в сентябре 2011 г.

В Карском море в популяции *Th. libellula* также были встречены 3 размерно-возрастные группы: молодёжь длиной от 5.5 до 6.5 мм, половозрелые особи длиной от 16.5 до 22.5 мм и от 24.5 до 25.5 мм, соответственно.

У *Th. abyssorum* в Баренцевом море встречались две размерно-возрастные группы: молодые неполовозрелые особи длиной от 3.5 до 7.5 мм и половозрелые - от 10.5 до 11.5 мм (рис. 3). В Карском море была отмечена только одна размерная группа этого вида – особи длиной от 2.5 до 9.5 мм.

Таким образом, на основе данных, полученных из размерно-возрастных гистограмм, можно предположить, что продолжительность жизни *Th. libellula* на северных акваториях в арктических водах составляет до трех лет, а *Th. abyssorum* - до двух лет. Эти данные соответствуют выводам, представленным в опубликованных ранее работах.

Также следует отметить, что в пробах, собранных в Баренцевом море в сентябре 2011 г., была встречена молодёжь

темисто размером до 2 мм, не отнесенная к какому-либо из видов. Это может свидетельствовать о продолжении сезона размножения, который начинается в июне (Dalpadado, 2002) или июле (Орлова и др., 2004). Мы предполагаем, что это особи относятся к

Th. libellula, поскольку по литературным данным отмечается, что у арктических видов период размножения более продолжительный, обоснованный обитанием в более холодных водных массах (Dalpadado et al., 1994).

Л и т е р а т у р а

Виноградов М.Е., Волков А.Ф., Семенова Т.Н. Гиперииды-амфиподы Мирового океана. Л.: Наука, 1982. 493 с.

Кашкин Н.И., Кашкина А.А. Биологические пути разноса радионуклидов // Океанология. 1996. Т. 36, № 1. С. 93–102.

Орлова Э.Л., Долгов А.В., Бойцов В.Д., Константинова Л.Л., Анциферов М.Ю. Особенности нагула трески в северо-западных промысловых районах с середины 80-х годов до 2000 г. // Вопросы рыболовства. 2003. Т. 4, № 3 (15). С. 451–489.

Орлова Э.Л., Руднева Г.Б., Долгов А.В., Нестерова В.Н. Гиперииды и их роль в питании баренцевоморских рыб // Вопр. рыболовства. 2004. Т. 5, № 4 (20). С. 633–655.

Dalpadado P., Borkner N., Bogstad B. and Mehl S. Distribution of *Themisto* (Amphipoda) spp. In the Barents Sea and predator-prey interactions. // ICES Journal of Marine Science, 2001. Vol. 58. P. 876–895.

Dalpadado P. Inter-specific variation in distribution, abundance and possible life cycle patterns of *Themisto* spp. (Amphipoda) spp. in the Barents Sea // Polar. Biol. 2002. Vol. 25. P. 656–666.

Dalpadado P., Borkner N., Skjoldal H.R. Distribution and life history of *Themisto* (Amphipoda) spp. north of 73° N in the Barents Sea // Fisken Havet. 1994. № 12. P. 1–42.

Koszteyn J., Timofeev S., Weslawski J.M., Malinga B. Size structure of *Themisto abyssorum* (Boeck) and *Themisto libellula* (Mandt) populations in European Arctic seas // Polar. Biol. 1995. Vol. 15. P. 85–92.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ СООБЩЕСТВ МАКРОФИТОВ ОЗЕР О. ВЕЛИКИЙ В МЕСТАХ ОБИТАНИЯ ОНДАТРЫ

Е.А. Осипова

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия;
e-mail: osipova.ea@yandex.ru

Районом исследования был выбран о. Великий, расположенный на территории Кандакшского государственного заповедника. В течение восьми лет (2004-2012 гг.) автором было обследовано 21 озеро (рис.) общей площадью водного зеркала около 80 га, изучен видовой состав и динамика встречаемости сообществ высших водных растений. Большое внимание к этим водоемам вызвано тем, что на них распространены сообщества кувшинки северной (*Nymphaea x borealis* E. Camus: *N. alba* L. x *N. candidae* J. Presl) и кувшинки Сундвика (*N. x sundvikii* Hiit: *N. candida* J. Presl x *N. tetragona* Georgi). Эти виды являются гибридами кувшинки чисто-белой (*Nymphaea candidae* J. Presl), которая включена в Красную книгу Мурманской области (Андреева и др., 2003). На исследуемых озерах прослежено распространение ондатры (*Ondatra zibethica* L., 1766), акклиматизированной на территории Мурманской области в 1931 г.

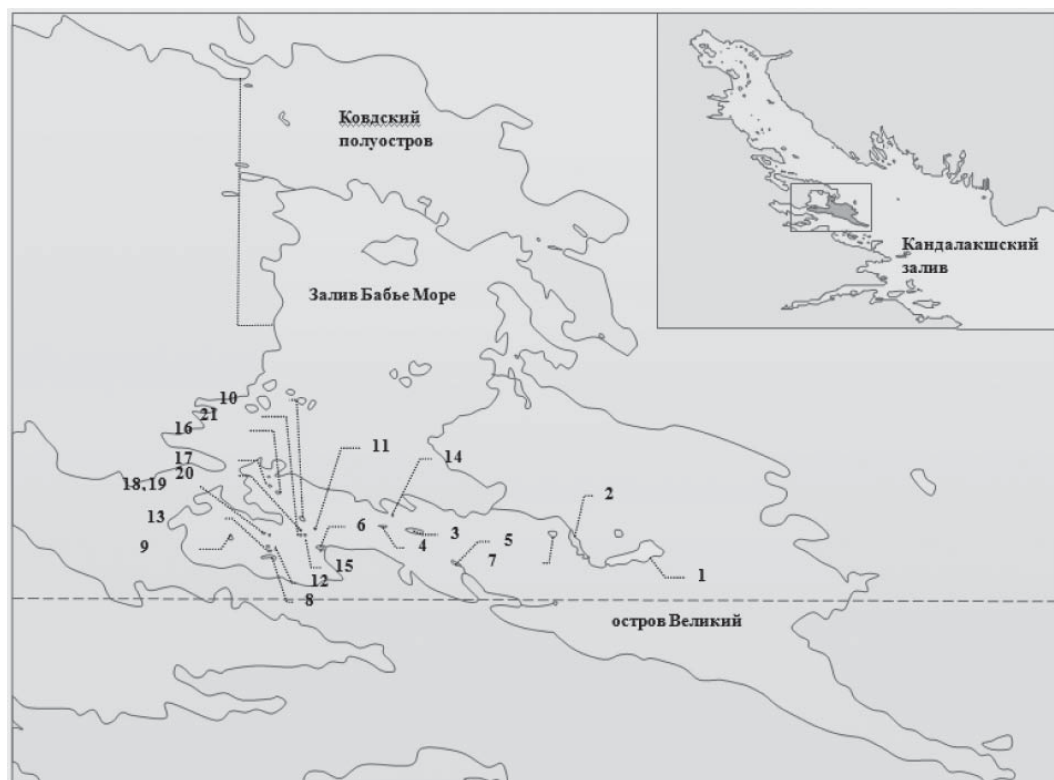


Рис. Район исследований: 1 - оз. Малое Кумяжье; 2 – оз. Большое Кумяжье; 3 – оз. Огородное; 4 – оз. Большое Жердяное; 5 – оз. Лобанишное; 6 – Клюквенное; 7 - оз. Скопы; 8 – оз. Большое Еремеевское; 9 – оз. Малое Еремеевское; 14 – оз. Малое Жердяное.

Примечание: озера 10-13; 15-21 названий не имеют. Номера озера на карто-схеме соответствуют их номерам в тексте и в таблицах.

Ранее флора и растительность разнотипных водных объектов заповедника изучалась Н.Г.Панариной (Панарина, Папченков, 2005).

Из 21 обследованного водоема на 14 озерах наблюдали снижение встречаемости растительных сообществ, уменьшение их биомассы. На 5 озерах отмечали колебания этих показателей: 2004-2007 гг. – отрицательная динамика, 2011-2012 гг. – восстановление сообществ. На 2 водоемах отмечено увеличение биомассы и площади проективного покрытия сообществ макрофитов.

Следы деятельности ондатры обнаружены на 18 озерах (табл.). На 3 водоемах (№ 11, 20, 21) ондатра в годы исследований не наблюдалась.

На 17 озерах отмечено снижение проективного покрытия сообществ, в состав которых входит кувшинка Сундвика и кувшинка северная в результате жизнедеятельности ондатры. На 3 озерах (№10, 17, 21) выпадение видов из состава сообществ, возможно, произошло в результате сукцессионных процессов: эвтрофирования (оз. №10), заболачивания и зарастания (оз. №17, 21).

Таким образом, *Nymphaea x borealis* и *N. x sundvikii* распространены в изученных водоемах о. Великий крайне ограничено. Сообщества *Nymphaeto-Nupharetum luteae*, *Nymphaetum boreale*, *Nymphaetum sundvikii*, *Nymphaeto-Equisetetum fluviatilis*, *Nymphaetum-Potametum natantis* и *Nymphaeto-Sparganietum minimi* являются редкими для данной территории и рекомендованы к мониторингу.

Т а б л и ц а

Встречаемость ондатры (*Ondatra zibethica* L., 1766) на исследованных озерах о. Великий в 2004 – 2012 гг.

Озера	Годы					
	2004	2005	2006	2007	2011	2012
Малое Кумяжье	*	+	+	+	+	*
Большое Кумяжье	*	+	+	+	*	*
Огородное	*	+	+	+	+	+
Большое Жердяное	*	-	+	-	*	+
Лобанишное	*	-	-	-	+	*
Клюквенное	*	+	+	+	*	*
Скопы	*	+	+	+	+	*
Большое Еремеевское	+	*	+	+	+	+
Малое Еремеевское	+	*	+	+	+	+
№ 10	-	*	-	-	*	+
№ 11	-	*	-	-	-	*
№ 12	+	*	+	+	+	-
№ 13	+	*	+	+	+	-
Малое Жердяное	*	-	+	+	+	-
№ 15	+	*	+	+	+	+
№ 16	-	*	+	+	+	*
№ 17	-	*	-	-	+	*
№ 18	-	*	+	+	*	-
№ 19	-	*	+	+	*	+
№ 20	-	*	-	-	-	-
№ 21	-	*	-	-	*	-

Примечание: «+» - ондатра встречена; «-» - ондатра отсутствует; «*» - исследования не проводились.

Сообщества *Nupharetum luteae* обнаружены на 14 озерах. Снижение проективного покрытия этого сообщества произошло на 6 озерах (№ 5, 6, 8, 9, 13, 15). Основной причиной стала жизнедеятельность ондатры, которая использует эти растения в пищу. На 3 из 6 озер на этот процесс повлияла также деятельность серошекой поганки (Нестерова, 2005).

На 14 озерах обнаружены сообщества *Potametum natantis*. Уменьшение проективного покрытия произошло на 8 озерах (№ 3, 5-8, 10, 12, 14). Сообщества *Equiseteta fluviatilis* выявлены на 4 озерах. Снижение проективного покрытия сообществ, основу которого составил хвощ топяной, произошло в 2 озерах (№ 1, 7). Сообщества *Phragmiteta australis* обнаружены на 9 озерах. Изменений в сообществах тростника не отмечено. На 17 водоемах обнаружены сообщества *Menyanthetum trifoliatae*. Снижение проективного покрытия этих сообществ произошло на 4 озерах (№ 3, 7, 10, 14). В 18 водоемах обнаружены сообщества *Caricetum rostratae*. Снижение проективного покрытия осоки произошло на 2 озерах (№ 8, 14).

В ходе исследований были сделаны следующие выводы:

- В озерах о. Великий происходят сильные колебания площади проективного покрытия сообществ кувшинки, в меньшей степени таким изменениям подвержены ценозы кубышки желтой, рдеста плавающего. В наименьшей степени - сообщества хвоща топяного, вахты трехлистной, осоки вздутой.

• На 17 озерах такая динамика сообществ макрофитов вызвана процессами жизнедеятельности ондатры. Выпадение видов из состава сообществ в результате сукцессионных процессов (эвтрофирования, заболачивания и зарастания) произошло на 3 озерах. На 2 озерах произошло увеличение площади проективного покрытия высших водных растений, основу которых составила осока вздутая.

Л и т е р а т у р а

Красная книга Мурманской области / Правительство Мурман. обл., Упр. природ. ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Мурман. обл.; Андреева В.Н. и др. Мурманск: Кн. изд-во, 2003. 400 с.

Нестерова Н. Влияние жизнедеятельности серощекой поганки *Podiceps grisegena* на высшую водную растительность водоемов острова Великого и Ковдского полуострова (Кандалак. гос. природ. заповед.) // Сборник работ молодых исследователей – Ш15 дипломантов Пятой региональной молодежной научной и инженерной выставки «Будущее Севера». Мурманск: НИЦ «Пазори», 2005. С. 19–23.

Панарина Н.Г., Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Кандалакшского государственного природного заповедника (Кандалакшский залив, Белое море) // Тр. Кандалакш. зап-ка. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2005. Вып. 11. 168 с.

БАКТЕРИОПЛАНКТОН ГУБ ВОСТОЧНОГО МУРМАНА В ПЕРИОД АКТИВНОЙ ВЕГЕТАЦИИ КОККОЛИТОФОРИД

М.А. Павлова

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

В прибрежных районах Баренцева моря высокие концентрации органического вещества (ОВ) - более 1 г С/м² за вегетационный период, создаются, благодаря активному метаболизму как планктонных, так и бентосных альгосообществ (Кузнецов, 1988; Бобров, 1982). Ведущая роль в процессах деструкции и минерализации ОВ принадлежит бактериям - наиболее массовым представителям гетеротрофных микроорганизмов.

При изучении функционирования микропланктона арктических экосистем наименее исследованными остаются вопросы взаимодействия бактерий с первичными продуцентами. На сегодня знания об уровне развития бактериопланктонных сообществ, их структуре и распределении в периоды активной вегетации микрофотосинтетиков отрывочны и большей частью основаны на экспериментах в искусственных мезокосмах. В то же время такого рода данные, но полученные в условиях *in situ*, крайне востребованы и необходимы как для оценки состояния морских экосистем, так и для прогнозирования развития процессов их естественной и антропогенной эвтрофикации.

Актуальность информации возрастает и в связи с участвовавшими явлениями аномального развития кокколитофорид в арктических и субарктических районах. Эта группа нановодорослей формирует в средних широтах мощные «цветения» с численностью клеток в литре до 10 млн. и более (Флинт, Суханова, 2005). Их внешний скелет состоит из мелких известковых пластинок, способных к светорассеиванию и создающих устойчивый эффект бирюзово-молочной окраски поверхности моря. Начиная с 1998 г., спутниковые сканеры цвета SeaWiFS ежегодно регистрируют характерный цвет воды на значительной части открытых и, с меньшей периодичностью, прибрежных баренцевоморских акваториях.

Сотрудниками ММБИ в августе 2012 г. выполнена гидробиологическая съемка трех типичных краевых бассейнов Восточного Мурмана (губы Дальнезеленецкая, Ярнышная и Долгая), охваченных кокколитофоридным «цветением». В нашей работе впервые представлены данные по численности, распределению и морфологическим характеристикам бактериопланктона в период аномального развития автотрофов. Изучены экологические факторы среды, а также их влияние на распределение сообществ микроорганизмов.

Материал и методы

Исследования проводили на 14 станциях с 16 по 30 августа 2012 г. в ходе двух береговых экспедиций. Пробы воды в губах Дальнезеленецкая и Ярнышная отбирали с борта моторной лодки «Зодиак» и катера РМН-3130, в губе Долгая – с борта судна РМН-1068 «Викинг-2» (рис. 1)

Общую численность бактерий определяли методом прямого счета на ядерных фильтрах с диаметром пор 0.2 мкм (г. Дубна, Россия), предварительно окрашенных спиртовым раствором судана черного Б. В качестве красителя использовали флуорохром DAPI (Hobbie et al., 1977; Porter, Feig, 1980). Препараты просматривали под микроскопом МИКМЕД 2, вар. 12. при увеличении $\times 1000$. На каждом фильтре не менее, чем в 60 полях зрения просчитывали от 400 до 1000 клеток, для вычисления их биомассы измеряли линейные размеры и согласно соответствующим формам вращения геометрических фигур рассчитывали объемы бактерий.

Кокколитофориды учитывали в камере Нажотта под световым микроскопом МИКМЕД 2, вар. 2, с увеличением $\times 375$ (Методические рекомендации..., 1989); методом Винклера определяли концентрацию растворенного кислорода (Руководство по химическому..., 1993) и рассчитывали степень насыщаемости вод по стандартным формулам ЮНЕСКО (Таблицы..., 1976). Величину первичной продукции измеряли кислородным методом (Методические рекомендации..., 1989); содержание хлорофилла а определяли спектрофотометрически в соответствии с межгосударственным стандартом (Вода..., 2001). При отборе проб измеряли прозрачность, температуру и соленость воды.

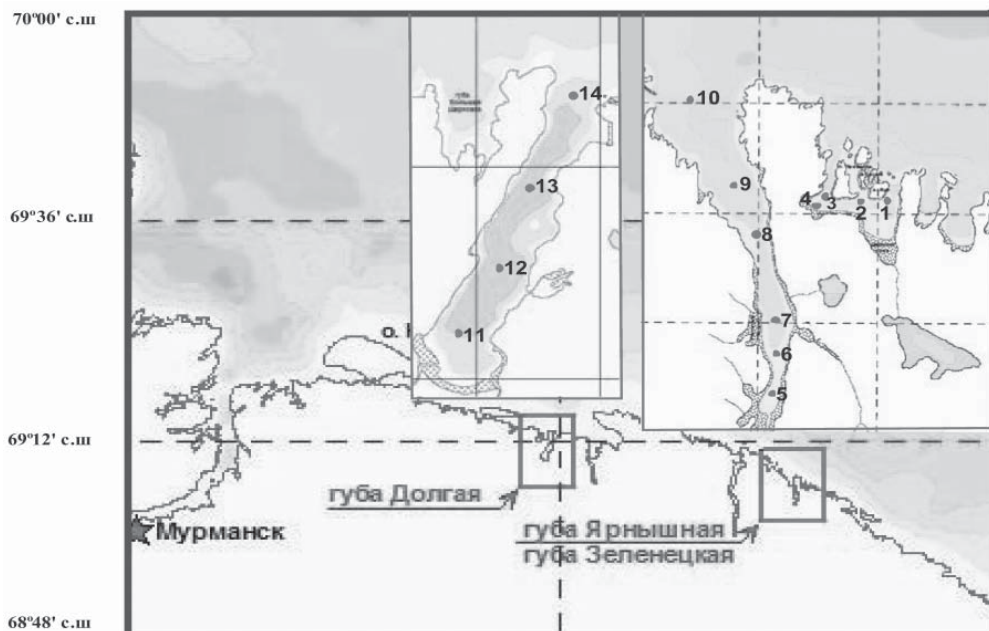


Рис.1. Карта-схема отбора проб морской воды в прибрежье Баренцева моря, август 2012 г.

Результаты и обсуждение

Акватории исследуемых губ различались по характеру водообмена с открытой частью моря, а также по морфометрическим и геоморфологическим признакам. Губа Дальнезеленецкая мелководна (глубины до 18 м), ромбовидной формы и отделена от моря серией островов (Ушаков, 1948). Вследствие приливо-отливных явлений ее водная толща хорошо перемешана в течение большей части года (Бардан, 1990). Губы Ярнышная и Долгая – удлиненные фиорды с открытыми устьями. В весенне-летний период в водах этих акваторий устанавливается четкая стратификация (Несветова, 2002). В губе Ярнышная глубины постепенно возрастают от 10 м в кутовой части до 70-80 м в устье. В губе Долгой в том же направлении они увеличиваются неравномерно и достигают 89 м у входа в акваторию (Лоция., 2006).

Анализ полученных данных показал, что во вторую и третью декады августа температура и соленость воды исследуемых прибрежных акваторий варьировали от 8.8-10.1 °С и 30.3-33.6 ‰ в поверхностном до 3.9-8.8 °С и 33.1-34.8 ‰ в придонном слое. Средние по водной толще показатели достигали значений (8.2 °С и 33.4 ‰) характерных для прибрежных вод Восточного Мурмана в конце летнего сезона.

В вертикальном распределении гидрологических параметров губ Ярнышная и Долгая отмечена общая тенденция уменьшения температурных и увеличением галинных показателей с глубиной. В мелководной губе Дальнезеленецкая они распределялись более равномерно. Значения температуры и солености в ее акватории от поверхности ко дну варьировали от 9.1-8.8 до 8.3-8.8 °С и от 32.32 до 33.7 ‰, соответственно.

В губе Ярнышная температура поверхностного и придонного слоев уменьшалась с юга на север от 10.1 до 9.1 и от 8.7 до 7.6 °С, соответственно. Соленость в том же направлении увеличивалась от 30.4 до 32.1 на поверхности и от 33.7 до 34.2 ‰ у дна.

Поверхностные воды губы Долгой были достаточно прогретыми (8.8-9.1 °С). На глубинах от 50 м и ниже отмечены минимальные для района исследований температуры (3.9-5.8 °С). Соленость в губах Долгая и Ярнышная имела сопоставимые значения, их средние равнялись 33.7 и 33.3 ‰, соответственно.

В период наблюдений относительная прозрачность воды по диску Секки была намного ниже показателей, характерных для исследуемых акваторий (Бардан и др., 1990). Например, на мелководных (до 18 м) участках она составляла 4.5-5 м, на глубоководных (до 76 м) - 3.5-6 м. Известковые пластинки - кокколиты, вызывавшие повышение мутности, достигали 0.53 млн. штук в миллилитре воды. Обилие клеток кокколитофорид изменялось от нуля до сотен тысяч и миллионов в литре (данные Широколовой Т.И.). На большинстве исследованных станций их массовые скопления отмечены в пяти- и десятиметровом слое (рис.2).

В губах Дальнезеленецкая и Ярнышная кокколитофориды присутствовали повсеместно, а их численность имела сравнимые диапазоны 0.3-6.3 млн и 0.8-5.5 млн кл/л. В губе Долгой этот показатель, в среднем, для слоя 0-25 м составил 3.7 млн, к 50 м количество клеток снижалось до нулевых значений.

Измеренные в губе Дальнезеленецкой концентрации хлорофилла а варьировали от 0.16-1.19 мг в поверхностном и до 0.53-1.28 мг/м³ в придонном слое и были сопоставимы со значениями, регистрируемыми в прибрежье Баренцева моря в период активной вегетации диатомовых и динофитовых водорослей (Кузнецов, Шошина, 2003).

Уровень первичной продукции, определяемый в слое 0-14 м 21-24 августа, изменялся от - 5 до 630 мг С/м³*сут (в среднем - 344.5 мг С/м³*сут) и превышал среднегоголетние значения для предосеннего периода (Дружков и др., 1997).

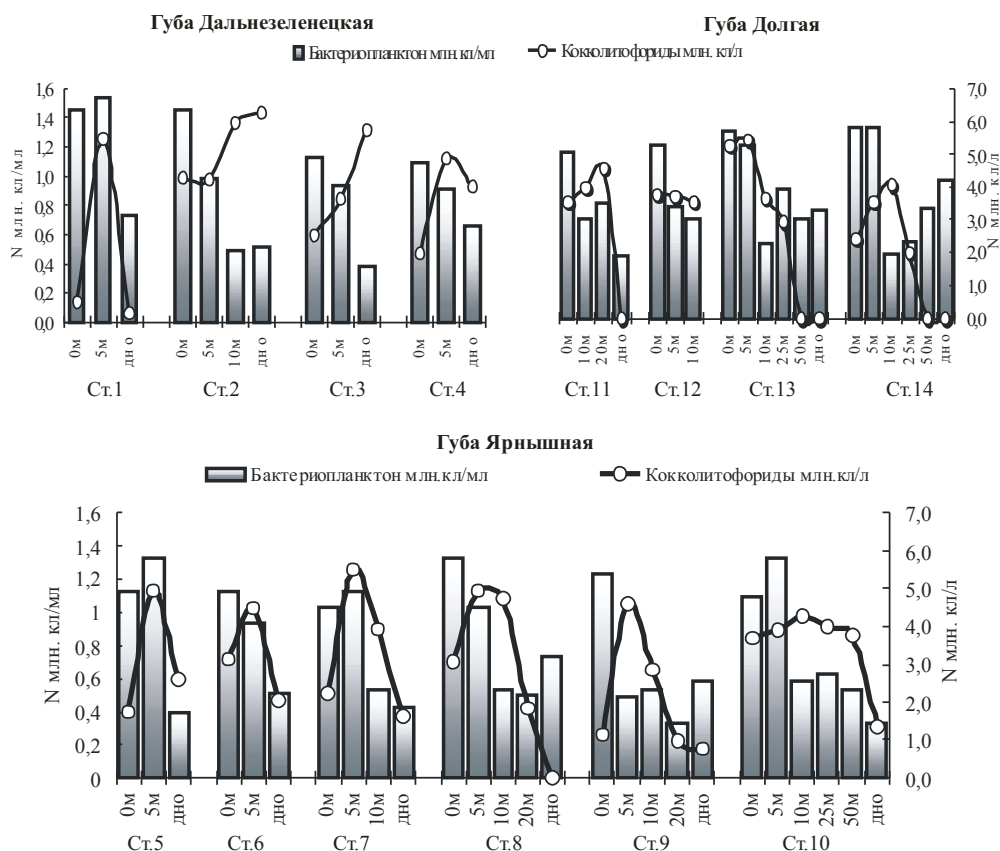


Рис.2. Численность бактериопланктона и кокколитофорид в губах Восточного Мурмана

Концентрации растворенного кислорода также свидетельствовали об активных фотосинтетических процессах в пелагиали. Степень насыщения водной толщи губ Дальнезеленецкой и Ярьнишной изменялась от 94 до 110 %. В губе Ярьнишная установлена достоверная связь этого показателя с обилием кокколитофорид ($r=0.61$ при $p<0.05$). Выявленные нами концентрации растворенного кислорода (среднее по толще 105 %) аналогичны значениям, полученным для летнего периода развития фитопланктона (Кузнецов, Шошина, 2003).

Изучение бактериальных сообществ в районах Мурманского побережья при активной вегетации кокколитофорид ранее не проводилось. Выполненные нами определения свидетельствовали, что численность бактериопланктона в фазу цветения составляла сотни тысяч клеток в 1 мл, биомасса оценивалась десятками мг в 1 м^3 (рис.2). Диапазоны изменений обилия бактерий трех исследуемых акваторий имели близкие значения. При этом биомасса и объемы клеток незначительно различались в водах губ Ярьнишная и Дальнезеленецкая. Для губы Долгая зарегистрированы минимальные значения данных показателей.

В мелководных участках, с глубинами до 18 метров (губа Дальнезеленецкая и кут Ярьнишной), выявлено уменьшение численности и биомассы от поверхности ко дну (в среднем, в 2 раза). На большинстве глубоководных станций (ст. 6-14 губ Ярьнишная и Долгая) максимальные концентрации бактерий были приурочены к слою 0-5 м.

В губе Дальнезеленецкая количество бактериальных клеток изменялась от 0.38 до 1.53 млн/мл, биомасса – от 56 до 178 мг/м³, их средний объем составлял 0.075 мкм³. В акватории, с относительно равномерно распределенным сообществом, выявлено увеличение размеров бактерий с глубиной.

Диапазон значений численности и биомассы бактерий губы Ярнышной составлял 0.33-1.33 млн. кл/мл и 50-184 мг/м³ при среднем объеме клетки 0.084 мкм³. Наиболее крупные клетки (объемом 0.106 мкм³) были приурочены к десятиметровому слою.

Особенностью, выявленной в данной акватории, являлось наличие корреляции между количеством планктонных бактерий и концентрацией растворенного кислорода ($r=0.69$ при $p>0.05$), что косвенно указывало на повышенную активность как продукционных, так и деструкционных процессов при цветении кокколитофорид.

В акватории губы Долгая обилие бактериопланктона варьировало от 0.43 до 1.33 млн кл /мл, биомасса – от 27 до 119 мг/м³. Средний объем клеток достигал 0.060 мкм³. В поверхностном слое амплитуда изменения численности сообщества оставалась относительно стабильной, в придонном слое, от кутовой части к выходу из губы, она возрастала в 2.2 раза. Подобный факт ранее был зафиксирован в июле (архивные материалы ММБИ за 2008 г.). Выявленное распределение, вероятно, связано с особым гидродинамическим режимом акватории, обусловленным затрудненным водообменом придонных вод с открытой частью моря (Семенов, 1988) и способствующим скоплению бактерий в наиболее глубоком участке.

Полученные при цветении кокколитофорид значения численности и биомассы бактериопланктона являлись характерными для прибрежных вод Баренцева моря (Мишустина и др., 1997) и сопоставимыми с результатами летних исследований в губе Дальнезеленецкая (Байтаз, 1998). В приведенной работе (использовали краситель флуорескамин), диапазоны численности и биомассы составляли 0.30-0.98 млн. кл/мл и 53.0-147.5 мг/м³. Клетки бактерий были крупнее, чем в наших исследованиях, а их средний объем равнялся 0.146 мкм³ (Байтаз, 1998). Выявленные различия в размерах бактерий объясняются специфической особенностью методики окрашивания DAPI, связанной с занижением объемов бактериальных клеток (Старостила, 2006; Романова, Сажин, 2011).

В исследуемый нами период бактериопланктон, преимущественно, был представлен тремя морфологическими группами: палочками, кокками и нитями. Кроме этих форм, изредка встречались цепочки, подковообразные и извитые (спириллы) клетки, однако их доля от общей численности была незначительной и равнялась сотым и тысячным долям процента. В составе сообщества доминировали палочки (65 % от общей численности), что указывает на высокие концентрации доступного ОВ на исследуемых участках (Байтаз и др., 1996). Второй по численности группой были кокки (33 %). Наши результаты отличаются от данных 1980-х годов, когда большая часть бактерий губы Дальнезеленецкая имела кокковидную форму (Байтаз, 1998). Различия в морфологическом составе сообществ, вероятно, определялись активными процессами метаболизма первичных продуцентов и связанными с ними высокими концентрациями ОВ (Гордиенко и др., 1980; Никифорова, 1985). Известно, что некоторые бактерии обладают способностью к полиморфизму и в зависимости от условий обитания могут образовывать два или несколько типов клеток (Громов, 1985). Например, в период голодания некоторые морские психрофилы и бактерии р. *Arthrobacter* имеют вид кокка. При попадании в благоприятные условия их клетки сначала увеличиваются в размерах, а затем становятся палочковидными (Novitsky, Morita, 1976; Kolenbrander, Hohman, 1977; Сузина и др., 2011).

Сопоставив полученные результаты с литературными данными, можно предположить, что первоначальный отклик бактериоценоза на «вспышку» цветения микроводорослей

выражался в изменении морфологической структуры его популяций, о чем свидетельствует наличие тесной достоверной связи между количеством палочковидных бактерий и степенью насыщения воды кислородом $r = 0.82$ при $p > 0.05$.

Вопреки распространенному мнению о том, что в морской воде бактерии и большинство микроводорослей находятся в ситуации конкуренции за источники минерального питания, в работе Николаса Ван Остенда (2011) описан пример комменсальных отношений. Показано, что во время цветения кокколитофорид бактериопланктон способствовал накоплению в воде полисахаридов, образованию и повышению агрегации их экзополимеров, тем самым ускоряя процессы кальцинирования у одного из космополитных видов водорослей – *Emiliania huxleyi* (<https://biblio.ugent.be/record/1919906>).

Как свидетельствуют опубликованные ранее материалы, в губе Дальнезеленецкая «максимумы обилия бактериопланктона хронологически вполне однозначно связываются с максимумами развития фитопланктона, следуя за ними с лагом в 2-3 недели» (Байтаз, 1998). Схожая картина развития событий описана и в пелагиали архипелага ЗФИ, где этапы продуцирования и микробной деградациии ОВ были четко разделены во времени периодом в несколько недель (Muller-Niklas, Herndl., 1996). Характерна ли данная «модель» развития для бактериопланктонно-го сообщества при кокколитофоридном цветении – задача наших последующих исследований.

Таким образом, в исследованиях бактериопланктона губ Восточного Мурмана в период аномального цветения кокколитофорид (2012 г.) были получены следующие результаты:

1. Значения численности и биомассы бактерий оставались характерными для летнего гидрологического сезона в исследуемом районе и, в среднем, составляли 0.85 млн. кл/мл и 83 мг/м³, соответственно.

2. В вертикальном распределении клеток в мелководных участках губ отмечено уменьшение их обилия от поверхности ко дну, в среднем, в 2.4 раза.

3. На большинстве глубоководных станций максимум бактерий отмечен в слое 0-5 м. К слою 10 м численность снижалась, и ее значения ко дну не изменялись.

4. Распределение количественных параметров бактериопланктона в каждой исследуемой акватории имело отличительные особенности, обусловленные орографическими условиями, повышенной активностью микрофотосинтетиков и, вероятно, биоценоотическими взаимодействиями. О существовании последних могут свидетельствовать факты совпадения максимумов обилия кокколитофорид с максимумами количественных показателей бактериопланктона на 43 % станций.

5. В губе Ярнышной количество бактерий и кокколитофорид были достоверно связаны с концентрацией растворенного кислорода $r=0.69$ и $r=0.61$, (при $p>0.05$), соответственно.

6. Наименьшие значения объемов бактериальных клеток и их биомассы отмечены в акватории, где сообщество кокколитофорид находилось на более ранней стадии развития.

7. Доминирующие в сообществе палочковидные формы бактерий активно участвовали в деструкции лабильного ОВ, о чем свидетельствовала выявленная тесная связь их обилия со степенью насыщения воды кислородом $r=0.82$, при $p>0.05$.

Л и т е р а т у р а

Байтаз В.А., Байтаз О.Н., Мишустина И.Е. Морфометрия клеток, численность и биомасса основных морфологических групп бактериопланктона Баренцева моря // Океанология. 1996. Т. 17, № 5. С. 878–882.

Байтаз, О.Н. Пространственно-временная изменчивость бактериопланктона Баренцева моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1998.

Бардан С.И., Дружков Н.В., Байтаз В.А. Комплексный экологический мониторинг в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море): летне-осенний период 1989 г. Структурные характеристики. Препринт. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1990. 44 с.

Бобров Ю.А. Первичная продукция фитопланктона Белого и прибрежной зоны Баренцева морей // Планктон прибрежных вод Восточного Мурмана. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1982. С. 3–24

Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а // Государственный контроль качества воды. М.: ИПК Изд-во стандартов. 2001. С. 551–563.

Гордиенко А.П., Лебедева М.Н., Токарев Ю.Н. Численность бактериопланктона в экстремумах биолюминесценции в некоторых морях Средиземного бассейна // Экология моря. Киев: Наукова думка, 1980. Вып. 2. С. 15–21.

Громов Б.В. Строение бактерий. Л.: изд-во ЛГУ, 1985. 189 с.

Дружков Н.В., Кузнецов Л.Л., Байтаз О.Н. Сезонные циклические процессы в северо-европейских прибрежных пелагических экосистемах (на примере Центрального Мурмана, Баренцево море) // Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. С. 145–178.

Кузнецов Л.Л. Роль микрофитобентоса в формировании продукции прибрежных вод Восточного Мурмана: Автореф. дисс... канд. биол. наук. М., 1988. 20 с.

Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря. Физиологические и структурные характеристики. Апатиты, 2003. 308 с.

Лоция Баренцева моря. Часть 2 (№ 1112). От реки Воръема до пролива Карские Ворота и Западные берега островов Новая Земля. ГУНИО МО., 2006. 495 с.

Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Ч. 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество // Сост. Макаревич П.Р., Дружков В.А. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989. 30 с.

Мишустина И.Е., Байтаз О.Н., Москвина М.И. Бактериопланктон Баренцева моря. Исследования 1983-1993 гг. // Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. С. 7–50.

Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. 295 с.

Никифорова Е.П. Смена форм при развитии смешанной популяции бактерий на натуральной воде // Вестник МГУ. 1985. № 2. С. 45–50.

Романова Н.Д., Сажин А.Ф. Методические аспекты определения численности, биомассы и продукции бактериопланктона // Океанология. 2011. Т.51, №3. С. 550–560.

Руководство по химическому анализу морских вод (РД 52.10.243-92). СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 264 с.

Семенов В.Н. Систематика и экология морских бассейнов Севера на разных этапах изоляции. Апатиты: Изд-во ММБИ КФ ФН СССР, 1988. 46 с.

Старостила Е.В. Новые методы и направления исследований в водной микробиологии (обзор) // Гидробиологический журнал. 2006. Т. 42, № 3. С. 51–60.

Сузина Н.Е., Дуда В.И., Есткова Т.З. Новые ультрамикрорганизмы из рода *Chryseobacterium*, штаммы NF4 и NF5 – факультативные эпibiонты *Bacillus subtilis* // Микробиология. 2011. Т. 80, № 4. С. 529–542.

Таблицы растворимости кислорода в морской воде. Л.: Гидрометеоздат, 1976. 165 с.

Ушаков П.В. Мурманская биологическая станция Академии Наук СССР в губе Дальне-Зеленецкой и ее первые научные работы // Под ред. Клюге Г.А. Т. 1. Л.: Изд. АН СССР. 1948. С. 10-32.

Флинт М.В., Суханова И.Н. Аномальные цветения кокколитофорид как показатель изменчивости морских шельфовых экосистем под воздействием климата // Аграрная Россия. 2005. № 6. С. 12–20.

Hobbie J.E., Doley R.J., Jasper S. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // Appl. Environ. Microbiol. 1977. V. 33. P. 1225–1228.

Kolenbrander P.E., Hohman B.J. Electron microscopic study of cell surface rings during cell division and morphogenesis of *Arthrobacter crystallopoietes* // J. Bacteriol. 1977. V. 130. P. 1345–1356.

Müller-Niklas G., Herndl G.J. Dynamics of bacterioplankton during a phytoplankton bloom in the high Arctic waters of the Franz-Joseph Land // Aquat. Microb. Ecol. 1996. V. 11. P. 111–118.

Novitsky J.A., Morita R.Y. Morphological characterization of small cells, resulting from nutrient starvation of a psychrophilic marine vibrio // Appl. Environ. Microbiol. 1976. V. 32. P. 617–718.

Porter K., Feig Y. The use of DAPI for identifying and counting of aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. V. 25, № 5. P. 943–948.

<https://biblio.ugent.be/record/1919906>

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ ДЗЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА ПРОГРАММ НАНСАТ

Е.А Морозов¹, А.А. Пестряков²

¹Научный фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена», г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: evgeny@niersc.spb.ru

²Научный центр оперативного мониторинга Земли
ОАО «Российские космические системы», г. Москва, Россия
e-mail: pestryakov@ntsomz.ru

Данные, получаемые от современных спутниковых систем наблюдения Земли, являются востребованными только в том случае, если результат их обработки позволяет получить информацию о физическом состоянии объектов подстилающей поверхности. В настоящее время получение информационных продуктов ДЗЗ осуществляется, преимущественно, с помощью автоматизированных и автоматических систем обработки. В докладе рассматриваются перспективы развития автоматической системы обработки данных для получения базовых продуктов ДЗЗ в НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы». Работа выполняется в рамках создания Единого комплекса банка базовых продуктов (ЕК ББП) в соответствии с Федеральной космической программой на период 2006-2015 гг.

При создании комплекса обработки данных ДЗЗ одной из основных задач является упрощение процесса разработки, настройки и администрирования. Для решения этой задачи следует рассмотреть, из каких программных компонентов состоит комплекс обработки данных. Основными компонентами являются модули получения, импорта и обработки исходных данных, а также экспорта и рассылки результатов обработки. При обработке различных данных базовые опе-

рации, такие как импорт и экспорт, идентичны. Следовательно, упрощения процесса разработки можно достичь путем создания единых модулей для выполнения базовых операций.

Используемый в составе ЕК ББП универсальный программный комплекс обработки «Нансат» (Nansat, <https://svn.nersc.no/nansat>) построен по модульному принципу и в его основу положен набор инструментов-модулей, написанных на языке Python для обработки геопространственных данных. Это упрощает создание систем обработки данных ДЗЗ за счет того, что разработчик использует уже готовые модули. Такие компоненты, как получение, экспорт и рассылка будут одинаковыми для всех систем. Модуль импорта будет зависеть от формата входных данных. Он также может быть одинаковым для различных систем, если они используют одинаковые форматы входных данных. В итоге разработчику остается создать только модуль обработки. Однако, обработка осуществляется при помощи определенных математических аппаратов, таких, как нейронные сети, регрессивные фильтры и прочие. Универсальная система будет содержать в себе реализацию соответствующих математических аппаратов в виде набора функций, которые будут доступны для разработчика. Это, в свою очередь, еще больше упрощает создание систем обработки спутниковой информации.

Немаловажным аспектом является также и администрирование подобных комплексов. «Нансат» имеет преимущество, заключающееся в том, что обслуживание и настройка различных комплексов обработки в рамках ЕК ББП будет унифицирована.

Для обеспечения функционирования «Нансат» необходима установка ОС Linux, интерпретатора языка Python и библиотеки GDAL. Данное ПО является свободно распространяемым, что, в свою очередь, снижает финансовые затраты на развертывание и тиражирование систем обработки.

Таким образом, внедрение «Нансат» является выгодным, так как снижает трудозатраты и время на разработку и финансовые затраты на развертывание и тиражирование систем обработки данных ДЗЗ.

АДАПТАЦИЯ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ ЛАСТОНОГИХ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

М. В. Пахомов

*Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: pachomov@mmbi.info*

При использовании морских млекопитающих в биотехнических системах крайне важны знания об их сенсорных способностях, так как животным предстоит взаимодействовать как с технической составляющей биотехнической системы, так и с человеком. Основным источником информации об окружающем мире для человека является зрение. Важным компонентом процесса зрительного восприятия является способность анализировать спектральные характеристики объектов, то есть цветовосприятие. В среднем, зрительная система человека способна дифференцировать 16 млн оттенков как отдельные цвета, что позволяет использовать окраску как один из важных признаков воспринимаемого объекта (Хьюбел, 1990).

При работе с животными перцептивные поля человека и дрессируемого животного перекрываются и взаимодействуют друг с другом. Главной целью дрессировочного процесса является выработка у животного условного рефлекса на определенный раздражитель, в то же время один и тот же раздражитель может по-разному восприниматься тренером и дрессируемым животным. Вполне возможна такая ситуация, когда некий раздражитель, например, цвет предмета, который отлично детектируется сенсорной системой человека, не воспринимается сенсорной системой тюленя. В таком случае попытка выработать условный рефлекс на данный

раздражитель, может привести к перенапряжению тормозного процесса и невротическому срыву у животного и сильно осложнить дальнейшую работу с этим животным.

Цветовосприятие ластоногих изучено мало и данные, встречающиеся в научных источниках, достаточно противоречивы (Hanke et al., 2009). Наиболее объективными методами изучения цветового зрения ластоногих могут служить поведенческий эксперимент и анализ значимости цветовосприятия у конкретного вида.

В ходе экспериментов, проведенных на биотехническом аквакомплексе ММБИ, было установлено, что гренландские тюлени имеют ограниченную способность дифференцировать цвета: тюлени уверенно отличали синий цвет от красного, но оказались не способны отличать эти цвета от зеленого. В то время как серые тюлени и кольчатые нерпы дифференцировали 5 основных спектральных цвета друг от друга, а также отличали эти цвета от их оттенков серого аналогичным по яркости и светлоте. Единственную трудность у них вызвала дифференцировка желтого цвета от зеленого, что косвенно указывает либо на отсутствие, либо на смещение «красночувствительных» фотопигментов в их сетчатке (Hanke et al., 2009).

Представители отряда хищных (*Carnivora*), к которым относятся настоящие тюлени (*Phocidae*), имеют в сетчатке палочки для ночного и сумеречного зрения и колбочки для дневного и цветового зрения. Соотношение палочек к колбочкам колеблется от 1:200 для некоторых типично ночных хищников до 1:20 для некоторых дневных видов (Peichl, 2005). У ластоногих соотношение палочек к колбочкам, в среднем, 20-40:1, характерное для наземных хищников-универсалов (Hanke et al., 2009). Большинство хищных, предположительно, являются дихроматами, то есть имеют в сетчатке только два типа колбочек с различными типами фотопигментов.

В ходе эволюции зрительной системы животных образовалось большое разнообразие типов фотопигментов (опсинов), отличающихся как по чувствительности к определенной части спектра, так и по чувствительности к количеству фотонов, необходимых для фоторецепции (Plachetzki et al., 2007). Спектральная чувствительность опсинов может сдвигаться в зависимости от характеристик освещения среды обитания вида (Terakita, 2005). Так, «красночувствительные» опсины могут иметь пик чувствительности от спектрального красного вплоть до зеленого, а пик «синечувствительных» опсинов может смещаться с синего, как в голубую часть спектра, так и в зону ближнего ультрафиолета, например у крота и летучей мыши (Glosmann et al., 2008; Muller et al., 2009). Спектральная чувствительность опсинов может отличаться даже у особей одного вида, так у человека ген *OPN1LW*, который кодирует пигмент, отвечающий за восприятие красного цвета, высоко полиморфен и имеет 85 аллелей, вследствие чего максимумы чувствительности колеблются в пределах от 550 до 700 нм (Verrelli, Tishkoff, 2004).

Наибольшая численность арктических тюленей отмечается в Баренцевом море (Комплексные исследования..., 2007). Прозрачность и цвет воды Баренцева моря, где обитают исследуемые виды, неодинаковы от места к месту. В центральной части моря отмечено пятно высокой прозрачности, несколько превышающее 20 м и сохраняющееся во все сезоны. Большая прозрачность вод наблюдается вдоль западного побережья Новой Земли, где летом она достигает 36 - 37 м. Низкой прозрачностью характеризуются прибрежные воды в районе Кольского залива, к северу от Канина и в Печорском море, что связано с поступлением вод из Кольского залива, Белого моря и речного стока. Очень низкая прозрачность (6 м) наблюдается у кромки льдов, где скапливается планктон. В большинстве районов моря стоит пасмурная погода с сильными (шесть - семь баллов) переменными ветрами, частыми осадками: дождем, снегом, выпадающими «зарядами». В Баренцевом море много островов. Они, как правило, невелики, расположены вблизи берегов или крупных островов и сгруппированы в небольшие архипелаги. Подобное расположение островов на акватории Баренцева моря предоставляет хорошую среду обитания для прибрежных видов, таких, как серый тюлень и кольчатая нерпа (Гидрометеорология и гидрохимия ..., 1990).

Гренландский тюлень считается монохроматом, в его сетчатке представлены палочки с максимальной чувствительностью в 497-499 нм (сине-зеленый) и колбочки с максимальной чувствительностью в 552 нм (Lavigne et al., 1975; Newman, Robinson, 2006). Большую часть жизни гренландский тюлень проводит в открытом море, совершая длительные миграции вслед за паковым льдом, где образует большие скопления, к началу марта гренландские тюлени собираются в Горле Белого моря для щенки (Морские млекопитающие..., 2010).

Кольчатая нерпа и серый тюлень, судя по данным иммуноцитохимического анализа, показавшего наличие в сетчатке этих видов двух типов колбочек, являются, предположительно, дихроматами. У серого тюленя пик чувствительности палочек находится в 496.6 (сине-зеленый), концентрация колбочек 3300 кл/мм², у кольчатой нерпы – 5000-11000 кл/мм² (Peichl et al., 2001). Согласно гипотезе, выдвинутой Д.Х. Левенсоном (Levenson et al., 2006), у тюленей мезопийный тип зрения, т.е. в процессе одновременно задействованы как колбочки, так и палочки.

Кольчатая нерпа обитает в водах северного полушария, преимущественно, на прибрежных мелководьях с каменистыми отмелями, но при наличии припайных льдов может встречаться относительно далеко от побережья (Огнетов и др., 2003).

Серый тюлень держится в прибрежной зоне у скалистых берегов, предпочитает залегать на морском побережье островов. Для размножения выбирает пологие, каменистые берега. Серые тюлени не имеют ярко выраженных миграций и являются оседлыми животными (Морские млекопитающие..., 2010).

Таким образом, можно заметить, что гренландские тюлени обитают в монохромной среде с ограниченной видимостью, где зрение не играет важной роли. Вблизи паковых льдов, где видимость на суше ограничивается условиями полярной ночи и частыми метелями, цветовая гамма скудная и состоит, в основном, из оттенков серого. Под водой, несмотря на относительно большие показатели прозрачности вод Баренцева моря, цветовое зрение также нецелесообразно и на первый план выходит резкость и разрешающая способность зрения. В периоды повышения биопродуктивности в этих районах, именно когда у гренландского тюленя идет основной нагул, то есть тюлени активно охотятся, за счет активного размножения фито- и зоопланктона возрастает мутность вод, что делает зрение бесполезным для распознавания объектов охоты. Во время отдыха на льду опасность для гренландского тюленя представляют только белые медведи, численность которых в районах обитания гренландского тюленя невелика (Комплексные исследования..., 2007). Цветовое зрение в процессе обнаружения приближающегося медведя малоприменимо, так как, во-первых, видимость ограничена частыми метелями, а во-вторых, белый медведь имеет покровительственную окраску. В основном, защита от нападения заключается в том, что гренландские тюлени масово уходят в воду, заметив какое-либо движение.

В то же время серый тюлень и кольчатая нерпа обитают, преимущественно, у побережий на мелководье с множеством островов, где окружающая среда более разнообразна в плане окрасок предметов. В прибрежной зоне больше хищников, которые могут напасть на тюленя, а также богаче рацион корма. Из-за обитания в более сложной среде и поведенческий репертуар данных животных шире. Этим видам свойственно ярко выраженное поисково-исследовательское поведение, которое, практически, отсутствует у гренландских тюленей. Серые тюлени и кольчатая нерпа – одиночные животные, то есть при восприятии окружающего мира, могут полагаться только на собственные сенсорные системы, в то же время гренландские тюлени образуют большие колонии, и часть сенсорных функций перераспределяется между всем сообществом. В результате для серого тюленя и

кольчатой нерпы развитая способность дифференцировать цвета служит важным источником информации об окружающем мире, а для гренландского тюленя является функцией, малополезной в его среде обитания.

Л и т е р а т у р а

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 1. Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / ред. Ф.С. Терзиев. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 278 с.

Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» Федеральной целевой программы «Мировой океан»). Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2007. Вып. 2. 633 с.

Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения: Методическое пособие / Г.Г. Матишов, В.Б. Войнов, А.Л. Михайлюк, А.Р. Трошичев, А.С. Гладких, В.Н. Светочев. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131с.

Огнетов Г.Н., Матишов Г.Г., Воронцов А.В. Кольчатая нерпа арктических морей России: распределение и оценка запасов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2003. 38 с.

Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М.: Мир, 1990. 239 с.

Glosmann M., Steiner M., Peichl L., Ahnelt P.K. Cone photoreceptors and potential UV vision in a subterranean insectivore, the European mole // *J. of Vision*, 2008. Vol. 8. P. 1–12.

Hanke F.D., Hanke W., Scholtyssek C., Dehnhardt G. Basic mechanisms in pinniped vision // *Experimental Brain Research*. 2009. Vol. 199. P. 299–311.

Lavigne D., Ronald K. Pinniped visual pigments // *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1975. Vol. 52. P. 325–329.

Levenson D.H., Ponganis P.J., Crognale M.A. Visual pigments of marine carnivores: pinnipeds, polar bear, and sea otter // *Journal of Comparative Physiology*. 2006. Vol. 192, N 8. Part A. P. 833–843.

Muller B., Glosmann M., Peichl L., Knop G.C., Hagemann C., Ammermuller J. Bat eyes have ultraviolet-sensitive cone photoreceptors // *PLoS ONE*. 2009. Vol. 4, N 7. (<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0006390>)

Newman L.A., Robinson P.R. Cone visual pigments of aquatic mammals // *Visual Neuroscience*. 2006. Vol. 22, N 6. P. 873–882.

Terakita A. The opsins // *Genome Biology*. 2005. Vol. 6, N. 3. P. 213–218.

Peichl L., Behrmann G., Kroger R.H.H. For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals // *European Journal Neuroscience*. 2001. Vol. 13. P. 1520–1528.

Peichl L. Diversity of mammalian photoreceptor properties: Adaptations to habitat and lifestyle? // *The Anatomical Record*. 2005. Vol. 287. Part A. P. 1001–1012.

Plachetzki D.C., Degnan B.M., Oakley T.H. The Origins of Novel Protein Interactions during Animal Opsin Evolution // *PLoS ONE*, 2007. Vol. 2, N 10. (<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001054>)

Verrelli B.C., Tishkoff S.A. Signatures of selection and gene conversion associated with human color vision variation // *The American Journal of Human Genetics*. 2004. Vol. 75, N 3. P. 363–375.

СПЕКТР ПИТАНИЯ ЗВЕЗДЧАТОГО СКАТА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

М.Ю. Попова

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия

Впервые данные о спектре питания звездчатого ската в Баренцевом море были получены в 1930-е гг. На относительно небольшом материале (118 желудков) было установлено, что в питании ската доминировали различные виды рыб (мойва, треска, пикша и камбала-ерш) и пелагические ракообразные, а также в меньшей степени бентосные эпифаунные виды (Зенкевич, Броцкая, 1931). Затем более 50 лет питание этого вида не изучалось. Первые после длительного перерыва сборы материала были проведены сотрудниками Мурманского морского биологического института (ММБИ) в 1977 и 1978 гг. у Восточного Мурмана. По их данным (Чинарина, Трошичева, 1980), в июне указанных лет скат, практически, не питался, а в декабре 1978 г. его пищу составляли мальки морского окуня. Более полные сведения о питании звездчатого ската были собраны сотрудниками ПИНРО в 1981-1984 гг. Было выявлено, что основу питания звездчатого ската в Баренцевом море составляют рыбы (в основном, мойва, молодь морского окуня и камбалы-ерша, рогатковые) и креветки (Antipova, Nikiforova, 1983).

Обработка информации проводилась на основе биологического материала, собранного сотрудниками ПИНРО на научных и научно-промысловых судах в 2005-2010 гг. по принятым методикам (Изучение экосистем..., 2004).

Частота встречаемости в желудках (ЧВ) отдельных организмов (или их групп) определялась из отношения числа указаний на их присутствие в желудках к количеству вскрытых желудков с пищей (не пустых) и выражалась в процентах.

Спектр питания определялся как компонентный состав пищи, который характеризовался ассортиментом потребляемых кормов и их соотношением (%).

По результатам проведенных исследований было выявлено, что в 2005-2010 гг. в желудках звездчатого ската отмечалось около 50 пищевых объектов, из которых по количеству видов наиболее широко были представлены рыбы (около 17 видов), а по частоте встречаемости преобладали ракообразные (75 %). Также в желудках отмечались следующие группы организмов: черви (полихеты, немертину, сипункулиды); моллюски (головонogie, единично брюхоногие, двусторчатые и крылоногие); прочие объекты (отходы промысла).

При анализе спектра питания звездчатого ската в разные сезоны было выявлено, что соотношение основных компонентов питания в течение года относительно постоянно (рис. 1). Во все сезоны в желудках ската встречаются, преимущественно, различные ракообразные, частота встречаемости которых несколько возрастает весной и осенью. Минимальная встречаемость ракообразных отмечалась зимой, прежде всего, из-за снижения потребления декапод. Потребление эвфаузиид увеличивалось весной, а доля амфипод

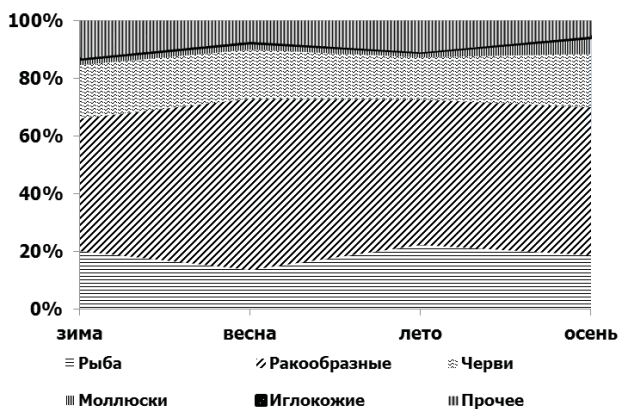


Рис. 1. Спектр питания звездчатого ската в Баренцевом море в разные сезоны 2005-2010 гг.

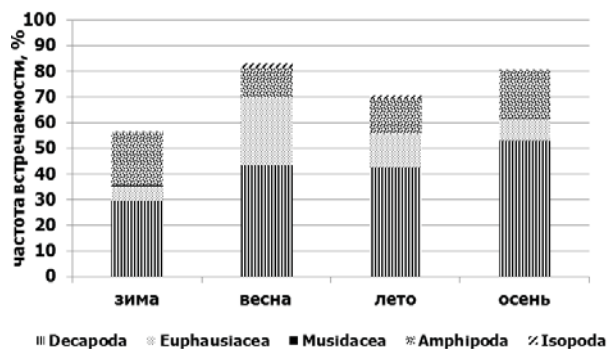


Рис. 2. Частота встречаемости ракообразных в желудках звездчатого ската в Баренцевом море в различные сезоны в 2005-2010 гг.

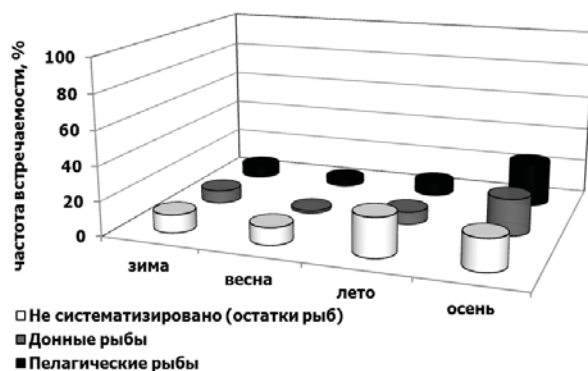


Рис. 3. Частота встречаемости рыб в желудках звездчатого ската в Баренцевом море в различные сезоны 2005-2010 гг.

вероятно, он может вести на них активную охоту, а не «довольствоваться» лишь тем, что подбирает их со дна после гибели или травмирования, как утверждается в некоторых источниках (Берестовский, 1989; Перспективные объекты..., 1997; Чинарина, Трошичева, 1980).

Л и т е р а т у р а

Берестовский Е.Г. Питание скатов *Raja radiata* Donovan и *Raja fyllae* Lutken (Rajidae) в Баренцевом и Норвежском морях // Вопр. ихтиологии. 1989. Т.29, вып.6. С. 994–1002.

Зенкевич Л.А., Броцкая В.А. Материалы по питанию рыб Баренцева моря // Докл. первой сессии ГОИН. 1931. № 4. С. 1–35.

Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 1. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во ВНИРО, 2004. 300 с.

Перспективные объекты рыбного промысла в Баренцевом море (камбала-ерш, звездчатый скат, пинагор). Апатиты, 1997. 229 с.

оставалась относительно равной в течение всего года (рис. 2). Увеличение потребления ракообразных в осенний сезон происходило, главным образом, за счет креветки и рака-отшельника. Северная креветка являлась основой питания звездчатого ската во все сезоны. Ее встречаемость в желудках в течение года составляла 28-39 %.

Потребление рыбы звездчатым скатом изменяется по сезонам. У питающихся скатов минимальная встречаемость рыбных объектов отмечалась весной (16 %). В этот сезон среди рыб в питании преобладала мойва. В остальные сезоны встречаемость донных и пелагических видов в желудках была приблизительно равной (рис. 3). Максимальная встречаемость рыб в желудках звездчатых скатов отмечена осенью (64.5 %), в том числе и путассу (12.9 %), которая в другие сезоны в желудках ската, практически, не отмечалась, а осенью встречалась наиболее часто среди всех видов рыб.

Относительно равная в течение года встречаемость в желудках звездчатого ската донных и пелагических видов рыб свидетельствует о том, что последние вносят существенный вклад в рыбный рацион звездчатого ската и,

Чинарина А.Д., Трошичева Н.В. Питание и пищевое поведение ската *Raja radiata* Donovan в экспериментальных условиях // Тр. Мурман. мор.биол. ин-та АН СССР. 1980. С. 21–38, 65–74.

Antipova T.V., Nikiforova T.B. Some data on nutrition of thorny skate *Raja radiata* Donovan in the Barents Sea // ICESCM 1983 / G:22. 17 p.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТИМУСА ЛИЧИНОК ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA* L.)

Н.А. Салмова

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия
e-mail: salmova.natalya@yandex.ru

Современное рыбоводство является неотъемлемым звеном экономического развития России. В последние годы научная база рыбоводства существенно расширилась, однако до сих пор заболевания рыб и способы их лечения изучены недостаточно, в связи с чем рыбные хозяйства несут большие экономические потери.

К органам и тканям иммунной системы рыб относят почку, тимус, селезенку, скопления лимфоцитов, ассоциированные со слизистыми оболочками внутренних органов, ткань эпикарда и краниальный гемопоэтический орган древних и двоякодышащих рыб, а также периферическую кровь.

Согласно современным представлениям антигенная реактивность позвоночных в значительной степени обусловлена функцией тимуса и плазматических клеток. Вместе с тем литературные данные, несмотря на большие успехи, достигнутые в последние десятилетия по исследованию тимуса рыб, весьма отрывочны (Fournier-Betz et al., 2000; Gray et al., 2002; Gill et al., 2003).

В работе исследовались морфогенетические перестройки тимуса в ходе раннего онтогенеза трески. Тимус (вилочковая или зобная железа – *glandula thymus*) – своеобразный орган, относящийся по своей структуре и функциям одновременно к эндокринной и лимфоидной системам.

Тимус в эволюции впервые появляется у круглоротых (Ланге и др., 1987). В дорсальной области жаберных карманов этих животных присутствуют лимфоидные скопления, отделенные от глоточной полости однослойным слизистым эпителием. В этих скоплениях созревают и пролиферируют клетки одной линии – лимфоциты (Кондратьева и др., 2001). Эти данные позволяют отождествлять лимфоидные скопления круглоротых с тимусом позвоночных.

У рыб тимус расположен поверхностно, в особых пазухах черепа в заглазничной области, отделяясь от глоточной полости тонкой слизистой стенкой, тогда как у высших позвоночных тимус находится глубоко от поверхности тела.

Анализ изменений строения и функции тимуса у различных рыб, в частности, ценных промысловых трески и палтуса, имеет особый интерес в связи с практикой их рыборазведения. Исследования показали ведущую роль тимуса в развитии иммунитета у рыб (Becker et al., 2001). С развитием тимуса связывают появление и развитие лимфоидной системы, являющейся основой иммунных реакций.

Комплексное исследование структуры и функции тимуса позволяет не только судить о механизмах, обеспечивающих устойчивость организмов при действии различных неблагоприятных факторов, особенно биотических факторов среды, но и составить представление о закономерностях эволюционных преобразований иммунологической реактивности.

Изучение особенностей иммунологической реактивности рыб на разных стадиях развития важно для углубления существующих представлений о воспалении и эволюции защит-

ных свойств организмов, а также в связи с мероприятиями по искусственному воспроизводству рыб и акклиматизации их. Рыборазведение, профилактика и лечение заболеваний этого вида животных невозможно без понимания механизмов иммунологической реактивности организма (Белова, 1976).

За последние годы получены новые экспериментальные данные (Киташова, 2000) как по инфекционной иммунологии рыб - врожденному и приобретенному иммунитету и путям его повышения, так и неинфекционной иммунобиологии рыб – учению об антигенном составе тканевых, клеточных и сывороточных белков.

Повсеместно нарастающий интерес исследователей к проблемам инфекционной и неинфекционной иммунологии рыб продиктован насущными запросами рыбоводной практики и промысловой ихтиологии. Интенсификация садкового рыбоводства, основными элементами которого являются сверхплотные посадки и кормление рыб, приводит к значительному ухудшению экологических условий в интенсивно эксплуатируемых прибрежных районах и, как следствие этого, к снижению резистентности рыб, возникновению инфекционных и инвазионных заболеваний.

Ущерб, наносимый при этом прудовым хозяйствам, достаточно велик. Именно поэтому особую актуальность приобретают поиски путей повышения устойчивости основных объектов марикультуры к инфекционным заболеваниям.

Другая актуальная задача современности связана с регулированием и изменением гидрологического режима большинства рек, расширением работ по реконструкции ихтиофауны естественных водоемов, созданием управляемых высокопродуктивных хозяйств аква- и марикультуры, ухудшением условий обитания пресноводных и морских рыб вследствие нарастающего загрязнения внутренних водоемов и прибрежных акваторий Мирового океана – это организация эффективного иммунологического мониторинга природных популяций экономически ценных видов рыб.

Основная цель иммунологического мониторинга рыб – оценка уровня врожденного иммунитета, своевременное выявление его изменений под влиянием колебаний абиотических факторов водной среды и прогнозирование вспышек заболеваний инфекционной и инвазионной природы.

Сегодня в результате экспансии человеческой деятельности, практически, на все природные зоны и нерационального отношения человека к окружающей природе многие иммунологические параметры рыб стали использоваться как биомаркеры для мониторинга иммунотоксичности химических загрязнителей сред обитания диких видов и для предсказания токсикологического риска, связанного с загрязнением водных сред (Головина и др., 2003).

Таким образом, исследование показателей иммунной системы рыб не только представляет материал для выявления новых филогенетических связей между различными группами животных, но и служит решению практических задач, таких, как эффективное промышленное разведение рыб, экологическое моделирование и предсказание изменений экологической обстановки биогеоценозов.

В работе исследованы особенности морфофизиологических изменений тимуса в раннем онтогенезе трески, что дает цельную гистологическую картину развития вилочковой железы.

Материалом для изучения морфологии и гистохимических особенностей тимуса служили личинки атлантической трески *Gadus morhua* L. в возрасте 10-22 суток после вылупления, выращенные на рыбоводных фермах в районе Лофотенских островов (Норвегия) (табл.).

В качестве фиксирующего вещества применяли 10% нейтральный формалин.

Т а б л и ц а

Сведения об объеме материала и количестве просмотренных срезов

Материал	Количество просмотренных срезов (шт.)
Атлантическая треска	208

Парафиновые и целлоидиновые срезы окрашивали стандартными классическими методами, использовали ряд гистохимических методов для выявления ДНК и РНК, а также гликогена, нейтральных и кислых мукополисахаридов. Срезы окрашивали пиридин - азур - 11- эозином по Алфеевой, триоксигематеином Ганзена, по Маллори, тионином и альциановым синим, метиловым зеленым - пиронином по Браше, галлоцианином. Для разрушения РНК использовали слюну, а также рибонуклеазу; срезы обрабатывали реактивом Шиффа, Шифф-йодной кислотой с контролем по Лилли (ацетилирование и обработка КОН). Для выявления гликогена срезы обрабатывали по Бауэру и Шифф-йодной кислотой с обработкой контрольных срезов амилазой. Для обнаружения ретикулярных (аргирофильных) волокон в тимусе и подлежащей соединительной ткани срезы импрегнировались азотнокислым серебром по Кларфельду.

У предличинки трески в первые дни после вылупления из эмбриональных оболочек зубная железа в виде небольших парных бугорков выступает в жаберную полость (рис. 1), нередко с какой-либо одной стороны зубная железа бывает более развитой. Тимус предличинки не ограничен эпителием. Не отмечено подразделение тимуса на корковое и мозговое вещество. Эпителиальный слой, отделяющий тимус от полости глотки и омывающей воды, содержит крупные клетки, напоминающие бокаловидные. Этот слой является продолжением глоточного эпителия.

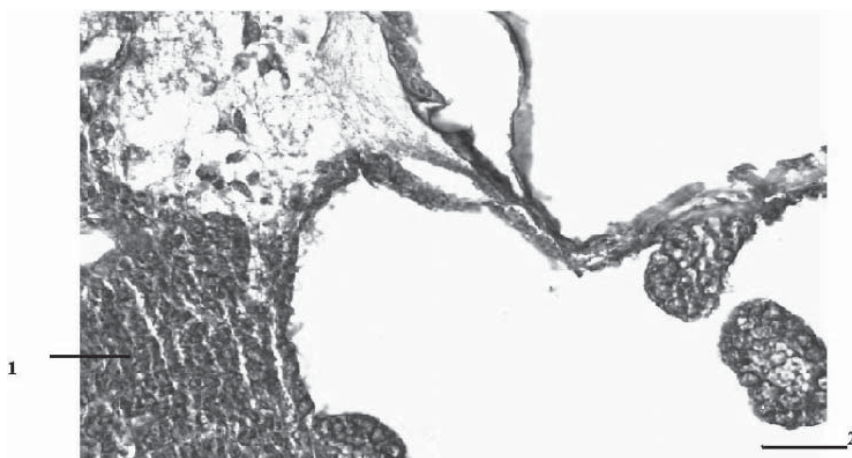


Рис. 1. Часть сагиттального среза личинки трески в возрасте 10 суток после вылупления. Гематоксилин Гарриса, эозин. Увел: об. 20, ок. 20. 1 – тимус, 2 – жаберная полость

У 14-суточных личинок трески тимус на гистологических срезах представлен в виде парных бугорков, выступающих в жаберную полость. Корковый слой занимает большую часть органа и состоит из синцитиально связанных клеток и большого количества лимфоцитов. Мозговой слой в этот период все ещё находится в зачаточном состоянии. У двухнедельной личинки размеры тимуса длиной 36-45 мкм и шириной 10-12 мкм. При различных заболеваниях в этот период тимус реагирует уменьшением своего объема до 21-25 x 7-10.5 мкм. В этом случае лимфоциты имеют неясные контуры.

У личинок трески возраста 22-х суток тимус также ещё не сформирован, имеется зачаток коркового и мозгового вещества. Кровеносных сосудов нет. Базальная мембрана имеет «окно». Аргирофильные субстанции представлены зернистостью. В состав коркового слоя тимуса у личинок, кроме крупных клеток, входят лимфоидные элементы (рис.2).



Рис. 2. Часть сагиттального среза личинки трески в возрасте 22 суток после вылупления. Гематоксилин Гарриса, эозин. Увел: об. 40, ок. 20. 1 – зачаток тимуса, 2- жаберная полость, 3 - ушная капсула

Морфологическое и гистологическое строение тимуса рыб, особенно костистых, похоже на строение тимуса млекопитающих. У костистых рыб наблюдается разделение паренхимы тимуса на корковую и мозговую зоны, причем показано, что пролиферация лимфоцитов происходит исключительно в корковом веществе (Золотова, 1989). Тимус крупных долгоживущих рыб, как и тимус млекопитающих, разделен на дольки (Fänge, 1985). У рыб, как и у высших позвоночных, существует гемато-тимусный барьер.

Л и т е р а т у р а

Белова А.В. Динамика асептического воспаления в тимусе // Вопросы ихтиологии. М.: Наука, 1976. Вып. 1. С. 126–133.

Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. 448 с.

Золотова Т.Е. Экспериментальное исследование кроветворения у рыб: Автореф. канд. дис: 09.00.12. М., 1989. 26 с.

Киташова А.А., Кондратьева И.А. Функционирование и регуляция иммунной системы рыб // Иммунология. 2000. № 2. С. 97–101.

Кондратьева И.А., Киташова А.А., Ланге М.А. Организация иммунной системы рыб // Вестник Московского ун-та. Сер 16, Биология. 2001. №4. С. 11–20.

Ланге М.А., Потапина Н.В., Хрущов Н.Г. Морфологическое и автордиографическое исследование крови личинки ручьевой миноги (пескоройки) *Lampetra planeri* Bloch. в норме и в условиях воспалительного процесса // Жур. общая биология. 1987. № 48. С. 411–416.

Becker K., Fishelson L., Amsegrubei W.M. Cytological ontogenesis and involution of the thymus and head-kidney in juvenile and old domestic carp: Is ageing in fish a chronological or growth-related phenomenon? // Journal Appl. Ichthyology. 2001. V. 17, № 1. P. 1–13.

Fange R., Pulsford A. The thymus of the angler fish, *Lophius piscatorius* (Pisces: Teleost): light and electron microscopic study // Fish immunology. London: Academic Press, 1985. P. 293–312.

Fournier-Betz V., Quentel C., Lamour F., LeVen A. Immunocytochemical detection of Ig-positive cells in blood, lymphoid organs and the gut associated lymphoid tissue of the turbot (*Scophthalmus maximus*) // Fish Shellfish Immunology. 2000. № 10. P. 187–202.

Gill J., Malin M., Sutherland J., Gray D., Hollander G., Boyd R. Thymic generation and regeneration // Immunology Review. 2003. № 195. P. 28–50.

Gray D.H.D., Chidgey A.P., Boyd R.L. Analysis of thymic stromal cell populations using flow cytometry // Journal Immunological Methods. 2002. № 260. P. 15–28.

РОЛЬ ГРИБОВ В ФОРМИРОВАНИИ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Фарион Д.А.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия
e-mail: dfarion@mail.ru

Грибы хорошо поглощают ^{137}Cs и по накопительной способности значительно превосходят другие компоненты лесных биоценозов. Это объясняется тем, что цезий является химическим аналогом калия - основного минерального элемента состава золы грибов (около 50% от сухого веса). Использование грибов в качестве продуктов питания можно рассматривать как дополнительный источник поступления техногенных изотопов в организм человека.

Цель настоящей работы – определить годовые объемы поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм человека при потреблении съедобных видов грибов и оценить роль «грибной компоненты» в формировании дозы внутреннего облучения населения Мурманской области.

Для исследования уровня искусственных радионуклидов на территории Мурманской области в 2011-2012 гг. были отобраны пробы лесных грибов на нескольких площадках:

- Площадка 1 - в окрестностях поселка Дальние Зеленцы;
- Площадка 2 - на 105 км Серебрянской дороги (вблизи п. Туманный);
- Площадка 3 - на 30 км Туломской дороги (вблизи п. Юркино);
- Площадка 4 - в окрестностях города Апатиты.

Отбор проб был проведен в районах, наиболее посещаемых местным населением при сборе дикорастущих ягод и грибов. Все пробы отбирались в точках, имеющих картографическую привязку к местности.

В 2011-2012 гг. объектами исследования были 7 видов грибов:

- подберезовики *Leccinum scabrum*;
- сыроежки *Russula paludosa*;
- подосиновики *Leccinum versipelle*;
- волнушки *Lactarius torminosus*;
- маслята *Suillus varietagus*;
- моховики *Boletus subtomentosus*;
- свинушки *Paxillus involutus*.

Отобранные образцы были очищены, высушены, измельчены и взвешены. Измерения удельной активности ^{137}Cs в пробах проводились на сертифицированной γ -спектрометрической установке фирмы CANBERRA с германиевым детектором. Обработку спектров проводили с помощью программного обеспечения Genie-2000. Измерения ^{90}Sr проводились по методу Черенкова с предварительным радиохимическим концентрированием дочернего ^{90}Y на β -радиометре «LS-6500» фирмы Вестап. Погрешность измерений не превышала 30%.

Работа выполнена при поддержке международного проекта СЕЕРА «Развитие сети сотрудничества по охране окружающей среды и радиационным исследованиям Европейской Арктики».

Результаты исследования грибов, отобранных на обследованных участках, показали, что в 2011-2012 гг. величина удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr варьирует в широких пределах в зависимости от биологического вида гриба. Из всех изученных видов грибов лидером, как по содержанию, так и по накоплению ^{137}Cs и ^{90}Sr является сыроежка – 49.4 и 0.34 Бк/кг, соответственно. Наименьшие уровни удельной активности ^{137}Cs обнаружены в волнушках (2.6 Бк/кг) и моховиках (6.2 Бк/кг). В 2012 году содержание ^{90}Sr в грибах, отобранных на территории Мурманской области, было незначительным - от 0.05 до 0.34 Бк/кг. Удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в плодовых телах грибов в пределах одного района отличается в несколько раз, что, вероятно, обусловлено «пятнистым» характером загрязнения территорий, а также неоднородностью почвенного покрова.

Анализируя динамику накопления радионуклидов в 2011-2012 гг., можно наблюдать снижение уровня ^{137}Cs в грибах, в частности, в подберезовиках. Так, в 2011 г. средняя концентрация ^{137}Cs варьировала от 18.8 до 56.9 Бк/кг, а в 2012 г. – от 20.1 до 28.1 Бк/кг. Необходимо отметить, что по сравнению с 2011 г. концентрации ^{137}Cs во всех видах грибов региона уменьшились почти на всех исследуемых участках (рис.1).

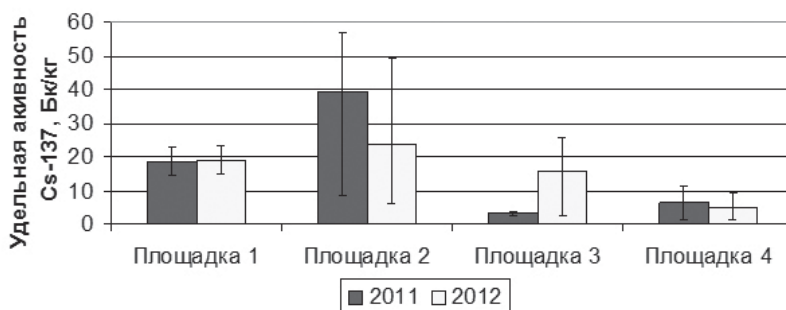


Рис. 1. Среднее содержание ^{137}Cs в грибах Мурманской области в 2011-2012 гг.

Проведено сравнение концентраций ^{137}Cs и ^{90}Sr в грибах, отобранных на Кольском полуострове, с концентрациями, полученными в других регионах Российской Федерации (табл. 1). Средние значения удельной активности ^{137}Cs в грибах, отобранных в Брянской области, изменяются от 540 Бк/кг для волнушек до 4000 Бк/кг – для сыроежек. Удельная активность ^{137}Cs в различных видах грибов, произрастающих на Кольском полуострове, также варьирует в широких пределах, однако средние значения гораздо ниже: от 5.2 Бк/кг (волнушки) до 36.4 Бк/кг (сыроежки). Этот факт объясняется тем, что Брянская область является одним из районов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС. И превышение гигиенических нормативов содержания радионуклидов в пробах ягод, грибов, дичи и молока продолжают регистрировать на данной территории до сих пор (Шилова, 2010). Из всех исследованных регионов самые высокие значения удельной активности ^{90}Sr в грибах отмечены в Красноярском крае, так как до устья Ангары в пойме Енисея имеются многочисленные участки аккумуляции техногенных радионуклидов, присутствующих в жидких сбросах ФГУП «Горно-химический комбинат».

Т а б л и ц а 1

Средние значения удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в грибах различных регионов Российской Федерации

Район	Средние значения удельной активности в грибах (Бк/кг сырой массы)		Источник
	$A_{cp} (^{137}\text{Cs})$	$A_{cp} (^{90}\text{Sr})$	
Мурманская область	17.1	0.13	Собственные данные, 2012
Брянская область	1900	5.8	Шилова, 2010
Красноярский край (пойма р. Енисей)	6.4	9.5	Григорьев, 2012
Пензенская область	217.1	-	Иванов, 2011

Полученные данные использовались для расчета внутренней дозы облучения населения по методике прогнозирования доз облучения населения радионуклидами цезия и стронция при их попадании в окружающую среду (Прогноз..., 2008).

Накопленная прогнозируемая доза внутреннего облучения оценивалась по поступлению смеси k радионуклидов с пищей по формуле:

$$E^{int}(T) = \sum_k dk_k \cdot \int_0^T I_k(t) dt, \text{ мЗв/год, где} \quad (1)$$

dk_k - дозовый коэффициент для пищевого поступления k -го радионуклида в организм, мЗв/Бк;

$dk_{Cs} = 1,3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк;

$dk_{Sr} = 2,8 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк;

$I_k(t)$ - годовое поступление k -го радионуклида в организм с пищей, Бк/год.

Годовое поступление радионуклидов в организм складывается из поступления с различными продуктами - компонентами рациона питания:

$$I_k(t) = \sum_p C_{kp}(t) \cdot V_p \cdot K_{kp}, \text{ Бк/год, где} \quad (2)$$

$C_{kp}(t)$ - удельная активность (концентрация) k -го радионуклида в p -м пищевом продукте, Бк/кг (л);

V_p - годовое потребление p -го пищевого продукта, кг/год средду (Прогноз..., 2008);

K_{kp} - коэффициент снижения содержания k -го радионуклида в готовом p -м пищевом продукте по сравнению с исходным вследствие его кулинарной обработки, отн. ед. (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Коэффициенты кулинарного снижения содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах, отн. ед. (Кадука, 2001)

Продукт	Коэффициент кулинарного снижения (K_{kp})
Лесные грибы	0.5
Хлеб и хлебобродукты	1
Молоко	1
Рыба	0.9
Картофель	0.8
Мясо	0.5

Для оценки вклада продуктов питания в формирование дозы внутреннего облучения использовались данные доклада Федеральной службы государственной статистики «Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации в 2009-2011 году» (табл. 3).

Т а б л и ц а 3
Потребление основных продуктов питания населением Мурманской области на 2009-2011 гг., кг/год

Продукт	Годовое потребление, кг/год (V_p)		
	2009	2010	2011
Лесные грибы	0.9	0.9	0.86
Хлеб и хлебобродуцкты	96	96	95
Молоко	236	250	256
Рыба	25	26	26.4
Картофель	70	66	66
Мясо	63	68	74

Также в расчетах применены данные об удельной активности в основных продуктах питания из «Радиационно-гигиенического паспорта территории Мурманской области за 2009-2011гг.».

С учетом полученных данных рассчитано годовое поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr при потреблении основных продуктов питания за 2009-2011 гг. Установлено, что наибольший вклад в среднегодовое поступление ^{137}Cs в организм взрослого жителя Мурманской области за счет большого потребления вносит молоко, ^{90}Sr – картофель (рис. 2).

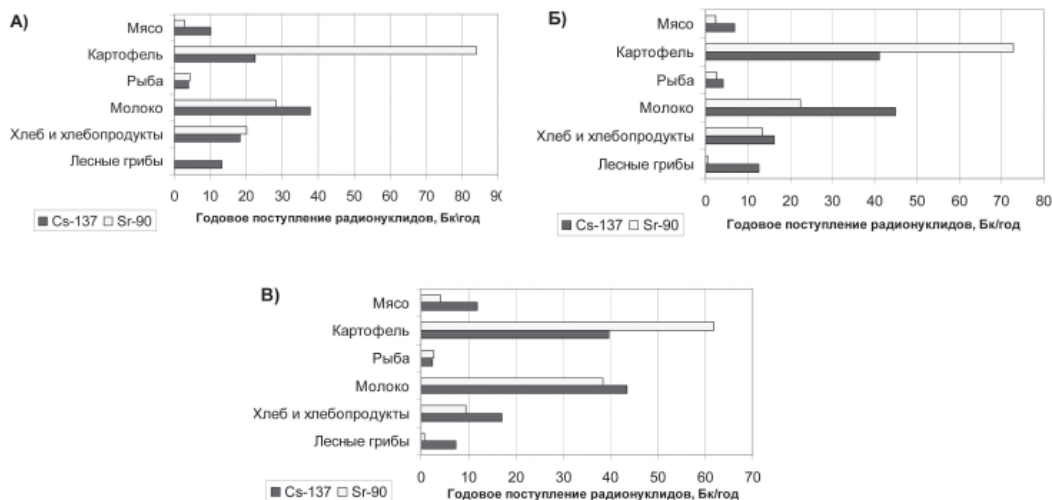


Рис. 2. Годовое поступление радионуклидов в организм человека с пищей а) 2009 г.; б) 2010 г.; в) 2011 г.

Общая доля годового поступления ^{137}Cs при потреблении населением рассмотренных продуктов питания составляет 0.16-0.2 % от предела годового поступления ^{137}Cs в организм человека с пищей (СанПин 2.6.1.2523-09). Для ^{90}Sr эта величина варьирует в пределах 0.9-1.2 % от предельно допустимого значения (табл. 4).

Годовое поступление ^{137}Cs с основными продуктами питания в организм человека можно расположить в виде последовательности: молоко > картофель > хлеб и хлебобудничные продукты > мясо > лесные грибы > рыба.

Для ^{90}Sr выявлена следующая закономерность: картофель > молоко > хлеб и хлебобудничные продукты > мясо > рыба > лесные грибы.

Т а б л и ц а 4

Годовое поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr с продуктами питания в организм человека

Радионуклид	Общее годовое поступление радионуклидов, Бк/год			Доля годового поступления радионуклидов от предельно допустимого значения, %	Пределы годового поступления радионуклидов в организм человека, Бк/год (СанПиН 2.6.1.2523-09)
	2009	2010	2011		
^{137}Cs	149.8	126.1	121.9	0.16-0.2	77000
^{90}Sr	159	114.3	117	0.9-1.2	13000

Вклад грибов в формирование годовой дозы внутреннего облучения населения от ^{137}Cs составляет 8.4%, от ^{90}Sr – 0.4 % (рис. 3).

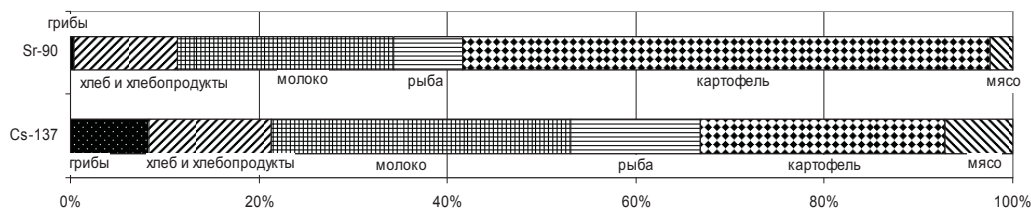


Рис. 3. Средний вклад различных пищевых компонентов в прогнозируемую годовую дозу внутреннего облучения ^{137}Cs и ^{90}Sr

Несмотря на высокую удельную активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных грибах по сравнению с другими продуктами питания (табл. 5), они не являются основными дозообразующими элементами рациона населения региона из-за низких объемов потребления дикорастущей продукции и значительного снижения поступления радионуклидов в организм после кулинарной обработки.

Т а б л и ц а 5

Средняя удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в основных продуктах питания, Бк/кг

Продукт	Средняя удельная активность, Бк/кг					
	2009		2010		2011	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Лесные грибы	29.34	0.52	27.96	1.16	17.1	1.5
Хлеб и хлебобудничные продукты	0.19	0.21	0.17	0.14	0.18	0.1
Молоко	0.16	0.12	0.18	0.09	0.17	0.15
Рыба	0.18	0.19	0.18	0.11	0.1	0.11
Картофель	0.4	1.5	0.78	1.38	0.75	1.17
Мясо	0.32	0.09	0.2	0.07	0.32	0.11

Была рассчитана индивидуальная доза внутреннего облучения жителей за 2009-2011 гг. (рис. 4). Подсчет дозы внутреннего облучения за 2012 г. не был произведен из-за отсутствия данных об удельной активности радионуклидов в некоторых продуктах питания. Годовая эффективная доза облучения, получаемая населением региона в 2009 году от ^{137}Cs и ^{90}Sr при употреблении основных продуктов питания равна 2 мкЗв/год и 4 мкЗв/год, что составляет менее 1 % от установленного уровня безопасных дозовых нагрузок (СанПиН 2.6.1.2523-09). Несмотря на увеличение потребления основных продуктов питания в 2011 году, текущая годовая доза внутреннего облучения населения региона от ^{137}Cs осталась на прежнем уровне, а от ^{90}Sr сократилась на 1 мкЗв/год. Вероятно, это объясняется снижением средней удельной активности радионуклидов во всех продуктах питания.

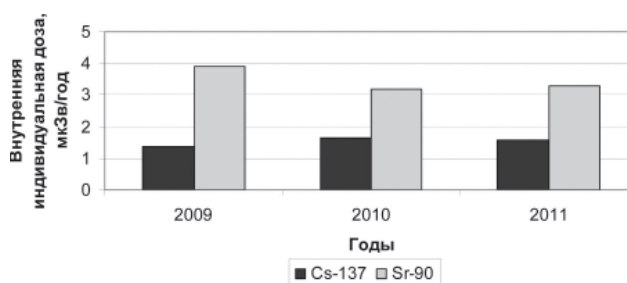


Рис. 4. Прогнозируемая доза внутреннего облучения населения области в 2009-2011гг.

Дозу внутреннего облучения населения Мурманской области сравнили с дозами облучения населения, проживающего в других регионах Российской Федерации (табл. 6). Наиболее высокие дозы внутреннего облучения населения за счет потребления основных продуктов питания были отмечены в Калужской и Брянской областях, так как эти территории были загрязнены в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В Мурманской области годовая доза внутреннего облучения является одной из самых низких по сравнению с дозами жителей других областей.

Т а б л и ц а 6

Годовая доза внутреннего облучения населения за счет потребления продуктов питания в некоторых регионах Российской Федерации, мЗв/год

Регион	Годовая доза внутреннего облучения за счет потребления продуктов питания, мкЗв/год	Источник
Мурманская область	5	Собственные данные, 2012
Брянская область	37-570	Громов, 2010
Тульская область	220	Баллонов, Брук, 2008
Орловская область	130	Баллонов, Брук, 2008
Калужская область	360	Баллонов, Брук, 2008
Красноярский край (пойма р. Енисей)	45	Григорьев, 2012

Вклад грибов в формирование дозы внутреннего облучения населения неодинаков и зависит как от концентрации радионуклидов в грибах, так и от доли соответствующих видов грибов в рационе питания. Для оценки вклада грибов в формирование дозы внутреннего облучения за 2011 г. использовались данные опросов местных жителей по потреблению лесных грибов в пищу. В анкетировании участвовало 156 семей, проживающих на территории Мурманской области. Наибольший вклад в формирование «грибной компоненты» дозы внутреннего облучения ^{137}Cs вносят следующие грибы: подберезовики (за счет высокого потребления и высокой удельной активности), сыроежки (за счет высокой удельной активности и при невысоком уровне их потребления) и подосиновики (за счет высокого уровня потребления и при невысокой удельной активности)

(рис. 5). Наибольший вклад в «грибную компоненту» дозы облучения ^{90}Sr вносят волнушка и подосиновик за счет их высокого потребления при низких средних значениях удельной активности.

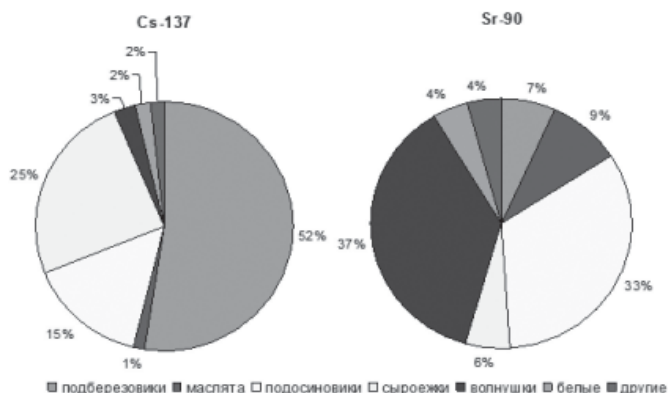


Рис. 5. Вклад грибов различных видов в формирование «грибной компоненты» дозы внутреннего облучения населения Мурманской области ^{137}Cs и ^{90}Sr

Как видно из полученных данных, грибы не представляет опасности при употреблении их в пищу, так как концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных грибах исследуемых районов находятся в пределах норм радиационной безопасности, установленных в Российской Федерации (СанПиН 2.3.2.1078-01). И современные дозы внутреннего облучения населения, проживающего на территории Мурманской области не вызывают никаких опасений с точки зрения радиационной гигиены, так как составляют менее 1 % от установленного уровня безопасных дозовых нагрузок (СанПиН 2.6.1.2523-09).

Л и т е р а т у р а

Баллонов М.И., Брук Г.Я., Звонова И.А., Шутов В.Н., Братилова А.А. Методология реконструкции дозы внутреннего облучения населения России вследствие Чернобыльской аварии // Радиационная гигиена. 2008. Т. 3. № 1. С. 12–19.

Григорьев А.И., Панкратов Л.В., Скударнов С.Е., Чурикова Ю.С. Оценка современных доз техногенного облучения жителей населённых пунктов, расположенных на берегах Енисея, в зоне наблюдения ФГУП «Горно-химический комбинат» // Радиационная гигиена. 2012. Т. 5. № 2. С. 26–34.

Громов А.В. Оценка текущих доз внутреннего облучения жителей отдельных населенных пунктов Брянской области вследствие аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2010. Т. 3. № 3. С. 28–35.

Иванов А.И. Проблема накопления радионуклидов лекарственными грибами в лесных сообществах Пензенской области // Лесное хозяйство. 2011. №2. С. 105–109.

Кадука М.В. Роль грибов в формировании дозы внутреннего облучения населения после аварии на Чернобыльской АЭС: Дис. ... канд. биол. наук (03.00.01). Обнинск, 2001. 152 с.

Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации в 2009-2011 году. Российский статистический ежегодник. М.: Росстат, 2002, 2008, 2010. 814 с.

Прогноз доз облучения населения радионуклидами цезия и стронция при их попадании в окружающую среду: Метод. указания. МУ 2.6.1.2222-07. Ввод в дейст. 18.09.07. М.: Роспотребнадзор, 2008. 24 с.

Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации (Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2009-2011 год) М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010-2012. 402 с.

СанПиН 2.6.1.2523-09 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.

Шилова К.В. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах лесного происхождения Брянской области // Радиационная гигиена. 2010. Т. 3. № 1. С. 55–61.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР И СОЛЕННОСТИ НА ПОЯВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ У ЛИЧИНОК КУЛЬТИВИРУЕМОГО ЧИСТИЛЬЩИКА *LABRUS BERGYLTA*

Л.В. Щепак

Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск, Россия

e-mail: shchepaklarisa@mail.ru

Эмбриональное развитие вида *Labrus bergylta* ещё недостаточно изучено, а влияние таких факторов окружающей среды как температура и соленость вовсе не исследовано. Для понимания уровня толерантности к температуре и солёности при инкубации оплодотворенной икры *Labrus bergylta* было изучено влияние этих факторов на появление деформаций у личинок *Labrus bergylta* при разных комбинациях экспериментальных условий инкубирования оплодотворенной икры.

В условиях искусственного выращивания деформации позвоночного столба у недавно вылупившихся личинок – явление частое (Andrades, Vecerra, 1996), а высокий уровень спинных деформаций, возникающих после инкубации у личинок рыб – одна из важнейших проблем для развития индустрии. Вследствие таких деформаций часто возникают проблемы угнетения роста и развития рыбы, ведущие к их высокой смертности. Факторы окружающей среды такие, как механическое сотрясение или термический “шок”, присутствие в воде загрязняющих веществ, радиация, солёность, субоптимальные температуры, недостаточное насыщение воды кислородом, интенсивность света также могут являться причиной появления отклонений в развитии и деформаций личинок (Andrades, Vecerra 1996).

Интерес к использованию радужного губана для коммерческой марикультуры лососевых увеличивается, однако, выращивание жизнеспособной молодежи может стать критическим моментом в массовом производстве, т.к. одной из серьезных проблем инкубации оплодотворенной икры морских холодноводных видов рыб являются деформации скелета, появляющиеся на ранних этапах развития личинок рыб, и особенно те, которые поражают переднюю часть позвоночного столба (Kjorsvik, Olsen. 2009). Успешное выполнение этой задачи во многом будет зависеть от определения оптимальных условий инкубирования икры, для получения жизнеспособного потомства Ballan wrasse (Helvik, Walther, 1993; Morehead, Hart, 2003; Gracia-López, Kiewek-Martínez, 2004; Yang, Chen, 2005).

Цель данной работы – изучить влияние различных температур и солёности воды при инкубации оплодотворенной икры на появление деформаций у личинок радужного губана (*Labrus bergylta*) при вылуплении и определить оптимальные показатели исследуемых параметров окружающей среды для периода инкубации.

Материал и методы

Работа проведена на Морской исследовательской станции университета северной Норвегии (Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway), где был взят материал для работы. Икра *L. bergylta* была получена от рыб производителей, пойманных в Agder (Sørlandet, Norway) и адаптированных к искусственным условиям в течение двух лет на станции. Для чистоты эксперимента была выбрана одна кладка с оплодотворенной икрой (95% оплодотворения) на стадии морулы для дальнейшей инкубации в 9-ти разных комбинациях температуры и солености: 10 °С, 26‰; 10 °С, 30‰; 10 °С, 33‰; 15 °С, 26‰; 15 °С, 30‰; 15 °С, 33‰; 20 °С, 26‰; 20 °С, 30‰; 20 °С, 33‰.

Эксперимент с инкубированием икры был завершен после вылупления свободных эмбрионов (0 день после вылупления), которые были зафиксированы в фиксативе для электронной микроскопии (EM-fixative) для дальнейшего исследования личинок. Таким образом, 2246 оплодотворенных икринок *L. bergylta* было отобрано для инкубации и 1523 личинок было исследовано после их вылупления.

В работе были исследованы деформации и отклонения в развитии у личинок радужного губана (*L. bergylta*) в 0 день после вылупления.

Все полученные данные обработаны с помощью «JMP 7 statistical software package» и Microsoft Excel software. В статистическом анализе морфометрических данных использованы: one/two-way analyses of variance (ANOVA), analysis of variance, Turkey-Kramer HSD test. Процентные данные были трансформированы в арксинусный вариант перед статистическим анализом.

Результаты и обсуждение

Исследуемая донная икра *L. bergylta* была клейкая, светло кремового цвета и имела сферическую форму среднего диаметра 0.95 ± 0.02 мм.

Эмбриональное развитие происходило по той же схеме, что и для большинства личинок морских рыб (Dulcic, Kozul 1999; Artuz 2005; Bjelland and Skiftesvik 2006). Первые мышечные сокращения эмбриона наблюдались за день до вылупления при всех экспериментальных комбинациях температуры и солености. Личинки *L. bergylta* вылупились из икры, полученной при естественном нересте дикого маточного стада, адаптированного к искусственным условиям в течение двух лет на станции (рис.1).



Рис.1. Личинка без деформаций *L. bergylta* при вылуплении, среднее значение стандартной длины 3.297 ± 0.2 мм (световой микроскоп)

В работе описаны зарегистрированные в ходе эксперимента деформации личинок *L. bergylta*, также уделено внимание анализу встречаемости различных видов деформаций.

Полученные результаты позволили выделить главные типы деформаций личинок (*L. bergylta*) после вылупления, что дало возможность разработать специфичную классификацию деформаций. Весь зафиксированный материал исследовался с помощью микроскопа Olympus SZ-12 и программы «software program Cell A, Olympus».

Личинки, вылупившиеся из икры, инкубированной при разных комбинациях температуры и солености, имели разные типы деформаций, процент встречаемости которых был разный при разных комбинациях условий инкубирования (температуры и солености). Наиболее распространенными деформациями только что вылупившихся личинок губана были: осевое искривление позвоночного столба (лордоз и кифоз) и латеральное искривление (сколиоз) позвоночника в брюшной и хвостовой частях.

Доля личинок с деформациями была наименьшей при инкубации икры в условиях температуры 15°C (74.6%) в сравнении с 10°C (96%) и 20°C (99%) (рис. 2a). Сравнивая личинок, вылупившихся из икры, инкубированной в разных экспериментальных соленостях, в условиях 33‰ процент личинок с деформациями составил 87.7% в сравнении с 26‰ (94%) и 30‰ (88%). Таким образом, прослеживается тенденция к увеличению доли личинок с деформациями с уменьшением солености (рис.2b).

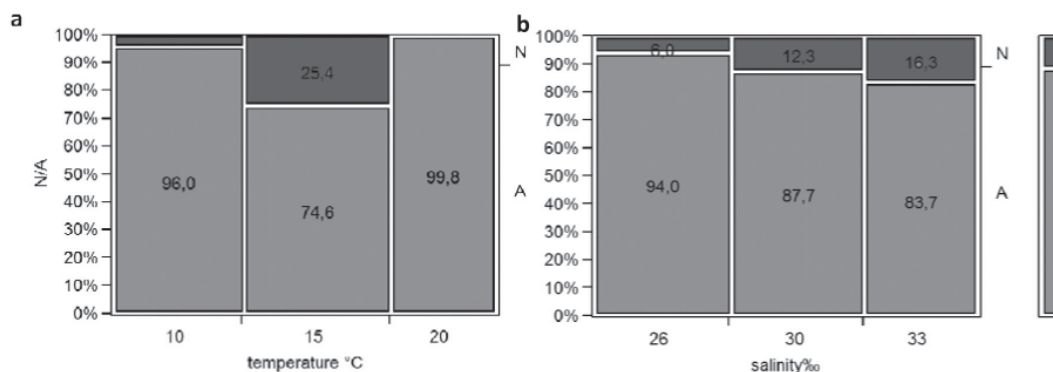


Рис. 2. Процентное соотношение количества личинок *L. bergylta* с деформациями (индекс А) и без (индекс N), вылупившихся из оплодотворенной икры, инкубированной при различных экспериментальных комбинациях температуры (а); солености (b)

Статистический анализ случаев деформаций у личинок с использованием «хи-квадрат» теста (Chi Square test) показал, что доля нормальных личинок в отношении к количеству личинок с деформациями была статистически значительно больше в случае инкубирования икры при температуре 15 °С, чем при 20 °С (Likelihood Ratio=225.8, $p < 0.001$) и при 10°C (Likelihood Ratio=170.9, $p < 0.001$). Такой же анализ данных для экспериментальных значений солености выявил, что доля нормальных личинок в отношении к количеству личинок с деформациями была статистически значительно больше в случае инкубирования икры при более высоком значении солености – 33‰, чем при 26‰ (Likelihood Ratio=50.7, $p < 0.001$) и 30‰ (Likelihood Ratio=5.9, $p < 0.015$).

Сравнивая долю личинок с деформациями при различных экспериментальных комбинациях температуры и солености, наибольшее значение (100%) доли личинок с деформациями было зафиксировано в условиях комбинаций температуры 20°C и солености 26‰; 20°C и 33‰. Для комбинации 20°C и 30‰ доля личинок с деформациями составляла 99% (рис. 3). Самый большой процент личинок без деформаций наблюдался при инкубировании икры в условиях 15°C и 33‰, где 34.6% личинок были «нормальными» (без деформаций) (рис. 3).

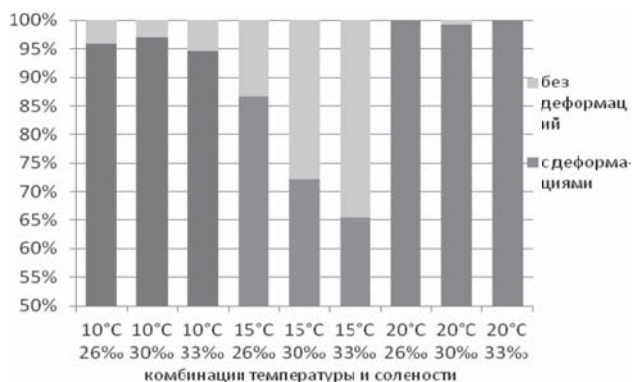


Рис. 3. Соотношение количества личинок *L. bergylta* с деформациями и без, вылупившихся из оплодотворенной икры, инкубированной при различных экспериментальных комбинациях температуры и солености

В комбинациях 15°C и 30‰ (27.9%); 15°C и 26‰ (13.3%) также был зафиксирован большой процент личинок без деформаций в сравнении с другими комбинациями условий инкубации икры. Доля личинок без деформаций для комбинации температуры 10°C и солености 26‰ и 30‰ была менее 5%. При 10°C и 33‰ доля нормальных личинок была около 5.5% (рис. 3).

Заключение

Деформации тела встречаются достаточно часто у вылупившихся личинок, даже если эмбриональное развитие проходило в чистой, незагрязненной и хорошо аэрируемой среде при

оптимальных температурах (Jeziarska, Lugowska et al., 2000). Наличие различных осевых деформаций у личинок при вылуплении могут быть связаны с деформацией нотохорда во время эмбриогенеза, что может быть, в свою очередь, связано с различными условиями среды, такими, как температура и соленость (Andrades, Vecerra 1996).

В литературе нет информации о проведении детального исследования и не существует данных о деформациях у личинок вида *L. bergylta*. В данной работе представлены экспериментальные данные о наличии деформаций тела у личинок *L. bergylta*, полученных из оплодотворенной икры, инкубированной при разных экспериментальных комбинациях температуры и солености. В работе описаны наблюдаемые деформации и уточнены повреждения части тела и органы, также внимание акцентировано на доле личинок с деформациями в зависимости от экспериментальных условий инкубации оплодотворенной икры *L. bergylta*.

Личинки радужного губана, вылупившиеся из оплодотворенной икры, которая инкубировалась при различных экспериментальных комбинациях солености и температуры, имели различные деформации тела, также доля нормальных (не затронутых деформациями) личинок была различна между тестируемыми комбинациями. Наименьшая доля личинок с деформациями была зафиксирована при инкубировании икры в условиях 15°C и 33‰, наибольшая – 100% деформированных личинок при 20°C, 26‰ и 20°C, 33‰.

Наиболее распространенными деформациями только что вылупившихся личинок губана были: осевое искривление позвоночного столба (лордоз и кифоз) и латеральное искривление (сколиоз) позвоночного столба в брюшной и хвостовой частях.

По результатам исследования личинок радужного губана можно сказать, что наиболее подходящей комбинацией условий инкубирования из всех протестированных была комбинация 15°C и 33‰, где наблюдалось наименьшее количество личинок с деформациями. Не удивительно, что оптимальная температура для эмбрионального развития близка, но слегка выше, чем температура при нересте в естественных условиях, т.к. рыбы маточного стада были адаптированы в искусственных условиях в течение 2-х лет. Такая взаимосвязь характерна и для других морских рыб (the eggs of turbot, tawny puffer eggs) (Zhang, Shi et al., 2010). Температура и соленость, при которой рыбы маточного стада обитали и были адаптированы, и при

которой содержались до и во время нереста, может оказывать влияние на температурную чувствительность и на предпочтительную соленость их эмбрионов во время инкубации (Gracia-López, Kiewek-Martínez, 2004). В данной экспериментальной работе маточное стадо содержалось при солености 33‰, что могло повлиять на оптимальный показатель этого параметра в конечных результатах. Схожие данные были получены в экспериментах с *Rhombosolea tapirina* (Hart and Purser, 1995).

Развитие технологии выращивания радужного губана *L. bergylta* до сих пор находится на ранней стадии. Данное исследование дало некоторую новую информацию об условиях эмбрионального развития, инкубации икры и вылупления личинок вида *L. bergylta*, для которого нет данных о влиянии температуры и солености на вылупление личинок и появление деформаций.

Л и т е р а т у р а

Andrades J.A., Becerra J. Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L) // Aquaculture. 1996. V. 141. (1-2). P. 1–11.

Artuz M.L. Embryonic and larval development of the ballan wrasse *Labrus bergylta* Ascanius // Hidrobiologica. 2005. V. 10. P. 98–101.

Bjelland R.M., Skiftesvik A.B. Larval development in European hake (*Merluccius merluccius* L.) reared in a semi-intensive culture system // Aquaculture Research. 2006. V. 37(11). P. 1117–1129.

Dulcic J., Kozul V. Embryonic and larval development of the brown wrasse *Labrus merula* (Pisces: Labridae) / Dulcic J., Kozul V., Kraljevic M., Skaramuca B., Glamuzina B. // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 1999. V. 79(2). P. 327–332.

Gracia-López V., Kiewek-Martínez M. Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea* // Aquaculture. 2004. V. 237. (1–4). P. 485–498.

Hart P.R., Purser G.J. Effects of salinity and temperature on eggs and yolk sac larvae of the green-back flounder (*Rhombosolea tapirina* Günther, 1862) // Aquaculture. 1995. V. 136 (3–4). P. 221–230.

Helvik J.V. and B.T. Walther. Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos // Marine Biology. 1993. V.116(1). P. 39–45.

Jeziarska B., Lugowska K., Witeska M., Sarnowski P. Malformations of newly hatched common carp larvae // EJPAAU. 2000. V. 3(2), Siedlce, Poland. (<http://www.ejpau.media.pl/volume3/issue2/fisheries/art-01.html>)

Kjorsvik E., Olsen C. Comparison of dietary phospholipids and neutral lipids on skeletal development and fatty acid composition in Atlantic cod (*Gadus morhua*) // Aquaculture. 2009. V. 294 (3–4). P. 246–255.

Morehead D.T., Hart P.R. Effect of temperature on hatching success and size of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae // Aquaculture. 2003. V. 220(1–4). P. 595–606.

Yang Z., Chen Y. Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs // Aquaculture. 2005. V. 246(1–4). P. 173–179.

Genyu Zh., Yonghai Sh., Yazhu Zh., Jianzhong L., Weiling Z. Effects of salinity on embryos and larvae of tawny puffer *Takifugu flavidus* // Aquaculture. 2010. V. 302(1–2). P. 71–75.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА RAJIFORMES НА ПРИМЕРЕ ЗВЕЗДЧАТОГО СКАТА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.В. Деревщиков

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск, Россия

e-mail: don@pinro.ru, my.m.s.r.w@gmail.com

Как известно хрящевые рыбы не имеют твердых частей тела, таких как отолиты, чешуя или кости, обычно используемых в изучении возраста и роста костных рыб. У хрящевых рыб единственными структурами, обеспечивающими возможность определения возраста, являются обызвествленные части скелета, такие как позвонки (их тела и нервные дуги), спинные колючки (иглы) и хвостовые шипы (Cailliet et al., 1986; Cailliet 1990; Gallagher, Nolan, 1999; McFarlen et al., 2002). При этом, еткость проявления ростовой исчерченности напрямую связана со степенью обызвествления перечисленных элементов. В связи с этим наибольшие проблемы в определении возраста хрящевых рыб наблюдаются у глубоководных видов, обызвествление скелетных элементов которых выражено меньше, чем у более мелководных представителей.

В течение длительного времени, попытки усовершенствования методов определения возраста хрящевых рыб шли по пути поиска новых, более эффективных способов обработки скелетных элементов химическими и физическими способами, усиливающими контрастность проявления ростовых зон. В начале 90-х годов появились первые доступные компьютерные методы обработки цифровых изображений (www.art.ioso.ru), что сделало возможным усиление контрастности проявления ростовых зон за счет обработки их цифровых изображений.

Целью данной работы являлся поиск наименее трудоемкого и наиболее эффективного метода определения возраста звездчатого ската (*Amyraja radiata*), являющегося наиболее массовым представителем хрящевых рыб в Баренцевом море.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить эффективность определения возраста по сагитальным срезам позвонков, используя различные методы окраски;
2. Оценить эффективность определения возраста по целым позвонкам, используя различные методы окраски;
3. Найти способ улучшения видимости возрастной исчерченности на фотографиях позвонков, используя возможности компьютерных редакторов растровой графики.

Для исследования были использованы позвонки 50 особей *A. radiata*, отловленных в Баренцевом море. Целые позвонки обрабатывались и подготавливались к окрашиванию и определению возраста по методикам, описанным К. Голдманом (Goldman, 2004). Сагитальные срезы готовились по методике, описанной Д. Суликовским (Sulikowski et al., 2005).

В ходе исследования целые позвонки и их сагитальные срезы окрашивались кристаллическим фиолетовым (Goldman, 2004), ализариновым красным (Rizzo et al., 2006) и азотнокислым серебром (Goldman, 2004). Всего оценке эффективности окрашивания разными красителями были использованы позвонки 10 особей. Для каждой из этих особей применялись все методы окрашивания целых позвонков и их сагитальных срезов.

По результатам исследования было принято решение отказаться от использования сагитальных срезов в связи с трудоемкостью их изготовления и, как правило, весьма низким качеством полученных изображений возрастной исчерченности (рис.1).

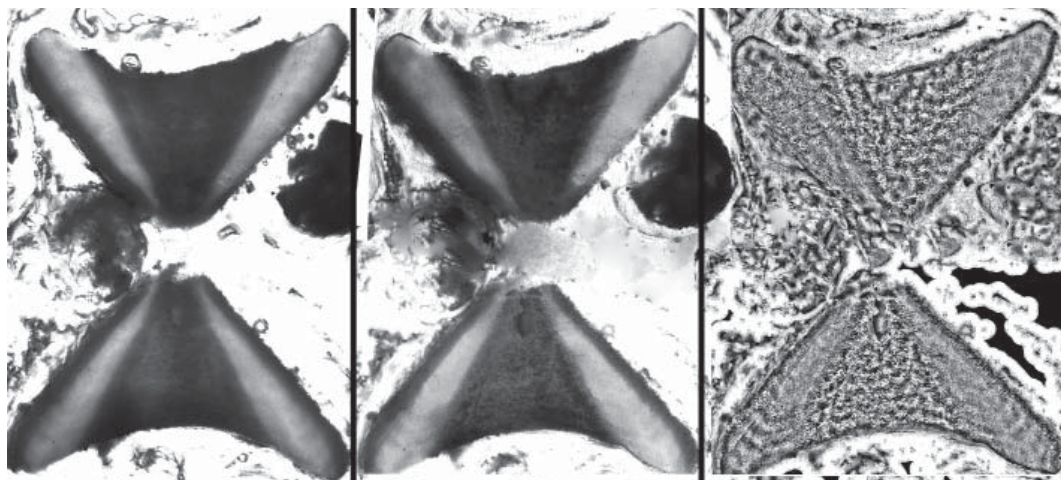


Рис. 1. Сагиттальный срез позвонка звездчатого ската длиной 50 см. А – неокрашенный; Б – окрашенный кристаллическим фиолетовым; В – окрашенный кристаллическим фиолетовым и обработанный в программе «морфология». Возраст особи определен в 13 лет

Для целых позвонков наилучшие результаты и наиболее четкую картину ростовой исчерченности показало окрашивание азотнокислым серебром (рис. 2). В дальнейшем этот метод окраски был незначительно модифицирован для повышения эффективности для данного вида (Деревщиков, неопубликованные данные).

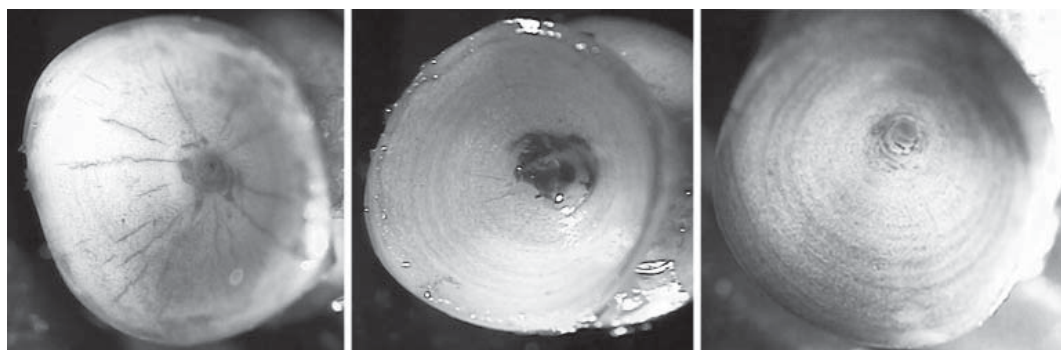


Рис. 2. Целые позвонки звездчатого ската длиной 50 см. А – окрашенный ализариновым красным; Б – окрашенный кристаллическим фиолетовым; В – окрашенный азотнокислым серебром. Возраст особи определен в 13 лет.

Методом азотнокислого серебра были окрашены и сфотографированы позвонки 40 особей звездчатого ската. Позвонки фотографировались в отраженном свете цифровой камерой JVC под бинокулярным микроскопом Olympus SZX 12. Полученные фотографии обрабатывались в программе «Adobe Photoshop CS3 Extended». Суть компьютерной обработки заключалась в совмещении (размытии) соседних участков изображения в направлении линий возрастных колец, в результате чего плохо различимые для глаза или раздробленные участки изображения сливаются с соседними, образуя более яркую и четкую картину возрастной исчерченности (рис. 3).

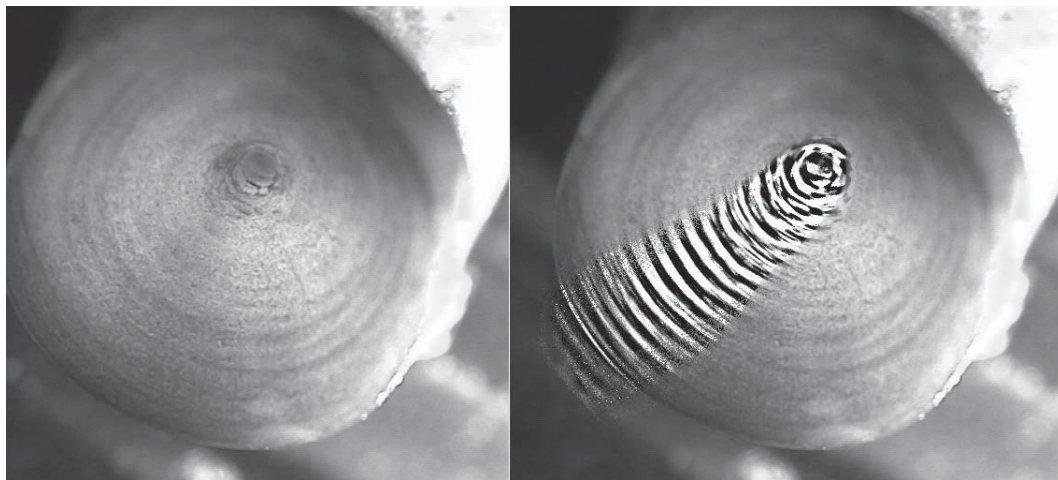


Рис. 3. Целые позвонки звездчатого ската длиной 50 см, окрашенные азотнокислым серебром (А) и обработанные в программе «AdobePhotoshop CS3 Extended» (Б). Возраст ската определен в 13 лет

Подсчет возрастных колец на фотографиях позвонка осуществлялся до и после их компьютерной обработки.

Сравнительный анализ полученных данных показал весьма высокую степень корреляции ($R=0.89$), между возрастом, определенным традиционным методом и с использованием компьютерной обработки фотографий. Полученное значение коэффициента корреляции свидетельствует о том, что метод не вносит существенных искажений в реальную картину определения возраста. Между тем отмечено, что все-таки имеющиеся расхождения в определении возраста, в основном касаются крупных особей и заключаются в увеличении количества выявленных годовых колец. Это позволяет утверждать, что метод в определенной мере способствует повышению надежности и точности определения возраста, особенно у наиболее проблемных особей старших возрастных групп.

Основные результаты

1. Использование сагиттальных срезов позвонков для определения возраста звездчатого ската не оправдало себя из-за трудоемкости их изготовления и низкого качества получаемых изображений возрастной исчерченности.

2. При определении возраста по целым позвонкам оптимальным методом окраски является метод азотнокислого серебра.

3. Использование графических редакторов для обработки цифровых фотографий позвонков значительно повышает точность определения возраста, особенно у крупных особей старших возрастных групп.

Л и т е р а т у р а

Cailliet G. M. Elasmobranch age determination and verification; an updated review // NOAA Tech. Rep. NMFS. 1990. 90. P. 157–165.

Cailliet G.M., Radtke R.L., Weldon B.A. Elasmobranch age determination and verification // Ichthyol. Soc. Jpn: Tokyo, 1986. P. 345–360.

Gallagher M.J., Nollan C.P. A novel method for the estimation of age and growth in rajids using caudal thorns // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1999. 56. P. 1590–1599.

Goldman K.J. Age and growth of elasmobranch fishes // Elasmobranch Fisheries Management Techniques Manuals. Asia-Pacific Economic Cooperation and IUCN Sharks specialist group publications / Ed. by J.A. Musick, R. Bonfil. Singapore, 2004. P. 97–132.

McFarlane G.A., King J.R., Saunders M.W. Preliminary study on the use of neural arches in the age determination of bluntnosel shark (*Hexanchus griseus*) // Fish. Bull. 2002. 100. P. 861–864.

Rizzo P.S., Gancitano C., Badalucco S., Enajjar C., Mancusi A., Mosteiro Cabañelas B., Saidi L. Sion. Rizzuto to Guidelines for Age Determination of Chondrichthyes fish from the Mediterranean Sea (application to selected species) // MedSudMedTechnicalDocuments. 2006. № 8. 22 p.

Sulikowski J.A., Kneebone J., Elzey S., Jurek J., Danley P.D., Howell W.H., Tsang Paul C.W. Age and growth estimates of the thorny skate (*Amblyraja radiata*) in the western Gulf of Main // Fish. Bull. 2005. № 103. P. 161–168.

www.art.ioso.ru

ДЕРЮГИНСКИЙ ПЕРИОД МОРСКОЙ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. ЧАСТЬ 2.

Н.М. Адров

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

Педагогические основы в биологии, как и в других научных направлениях, интегрировались в периоды, которые мы назвали дерюгинским и постдерюгинским, и прошли многие испытания, как и всякий живой процесс, оставаясь животрепещущими и незавершёнными. «Дерюгинские рубежи» в науке и образовании можно понимать более широко, чем только в отношении самого Константина Михайловича, педагогическая деятельность которого началась очень рано. Его лекции, как отмечали современники, всегда были очень интересны студентам, глубоки по содержанию и сопровождалась иллюстративным материалом из его собственной коллекции.

Основой педагогического творчества считаются понимание состояния ученика, которое не прививается извне, его можно добиться только посредством своего личного опыта, так называемого диагностического акта, который эффективен только в том случае, когда обладает творческой коммуникативной составляющей. Ученик – это не сосуд, который надо наполнить, а факел, который надо зажечь, считали древние. Творчество как положительное эмоциональное состояние служит универсальным стимулом развития производства, науки, культуры и образования. Овладение знаниями, способами деятельности (умениями) может происходить в двух основных вариантах построения учебного процесса: репродуктивном (воспроизводящем) и продуктивном (творческом). В наше время предложено 5 методов преподавания, последовательно ведущих к научно-исследовательскому творчеству: 1) объяснительно-иллюстративный, 2) репродуктивный, 3) метод проблемного изложения, когда педагог формулирует проблему, ставит задачу и излагает способ её решения, 4) эвристический, который заключается в организации поиска решения задач под руководством педагога, либо на основе эвристических программ; эвристическая беседа – проверенный способ активизации мышления, возбуждения интереса к познанию, 5) научно-исследовательский: после анализа материала, постановки проблем и задач и краткого устного или письменного инструктажа обучаемые самостоятельно

изучают литературу, источники данных, ведут наблюдения и измерения и выполняют другие действия поискового характера, в результате студент становится полноправным автором серьёзного научного исследования, готового к защите.

Кажется, все умеют говорить и писать, потому что в школьные годы их научили читать и слушать. Но оказывается между этими умениями, разными в средней и высшей школе – целая пропасть, которую не перепрыгнуть в два приёма. И достаточно эффективных, чётких и объективных стандартов вовсе не существует, как не существует единых законов для всех искусств, религий или единства всемирных юридических законов. Но наука не может существовать без стандартов (количественных оценок), объединённых математическим выражением естественнонаучного закона.

На поиск если не точных законов, то определённых логических правил были направлены первые усилия биологов и медиков, в сумме называемых естествоиспытателями, и параллельно с ними действующих философов и историков, социологов и управленцев новой послереволюционной России, которая в первые же годы испытаний, перешла на старые консервативные основы, где был опыт – «сын ошибок трудных», а заодно и «парадоксов друг» и, конечно, – «бог изобретатель».

В России ещё в начале XX в. существовала рациональная система высшей школы, опирающаяся на собственное желание студента учиться. Более эффективным, чем множество контрольных работ и зачётов, стимулом обучения был один жёсткий экзамен в конце семестра или года. Именно эта, на первый взгляд бесконтрольная система способствовала самым сознательным студентам проявить максимум самостоятельности и творческого подхода к получению необходимых знаний.

В Российской империи в высшем образовании делалась ставка не на экзаменационную «лотерею», а на аттестаты. Ныне эта система принята во всём мире, кроме Российской Федерации и Израиля. В отличие от наших трёх вопросов экзаменационного билета, экзаменационная процедура в западных учебных заведениях длится 6 часов с перерывом на обед. Сдающему требуется заполнить множество тестов, охватывающих все вопросы по данной дисциплине. Принятый, кстати сказать, в нашей отечественной педологии, разгромленной в 1930-е годы, тестовый опрос на занятиях выгоден тем, что занимает минимум времени по сравнению с обычным опросом.

На Западе тестовый метод нашёл широкое применение. Лекции в американских университетах читаются не так, как принято у нас. Там перед лекцией раздаются ксерокопии и всё время занятий уходит на рациональное усвоение предмета, а не на конспектирование рассказа преподавателя. Западный педантизм, как показало время, является необходимым условием успешного развития любого дела, а, значит, не может не приносить прибыль и удовлетворение.

В Германии преподавание уже в старших классах делает акцент на *самостоятельность мышления* и занятия ведутся в виде семинаров. Это приучает будущего специалиста с высшим образованием подходить к решению проблем творчески. Известно, что лидеры научных направлений более всего ценили в своих учениках самостоятельность мышления, инициативу и индивидуальность.

Вузовская подготовка должна открыть творческие способности самостоятельно увидеть и сформулировать и решить проблему на основе фактического материала, методов его обработки, анализа и синтеза полученных результатов. Главное – увидеть личные возможности практического применения полученных результатов, а при коллективной работе – определить меру участия в решении проблемы.

Элементы *проблемного обучения* отмечаются ещё в античности, а затем в эпоху Возрождения – это эвристические беседы Сократа, беседы и диалоги Галилея; проблемные литературные шедевры энциклопедистов и педагогика Ж.-Ж. Руссо стали главными интеллектуальными темами

века Просвещения. В истории отечественной педагогики примером проблемного изложения материала могут служить лекции К. А. Тимирязева (1843–1920) – коллегу из старших предшественников К. М. Дерюгина – пожалуй самого авторитетного представителя «старой» биологии.

Благодаря великим открытиям второй половины XX века в области естественных наук в 70-х годах возникает новое междисциплинарное научное направление *синергетика* (от греч. *synergeia* – сотрудничество), которое убедительно подтверждает общность закономерностей и принципов самоорганизации самых разных сложных макросистем – физических, химических, биологических, технических, экономических, социальных, художественных и, разумеется, педагогических. Современная научная картина мира и достижения синергетики открывают широкие возможности для моделирования образовательных процессов с помощью методов и подходов, традиционно применявшихся к естественным и точным наукам.

Одним из факторов, способствующих рождению творческих личностей, является система образования, включающая ряд условий. Прежде всего, нельзя подавлять интуицию ученика; даже когда он высказывает догадку, не имеющую логического обоснования, её не следует опровергать, не подвергнув предварительному щадящему анализу. Следует избегать недооценки возможностей учащегося, помня, что переоценка предпочтительнее, потому что тот, кто не верит в себя, обречён на неуспех. Следует поощрять склонность к риску, не допускать конформного мышления; не подавлять склонность к фантазированию, даже если оно выходит за рамки здравого смысла.

В обучаемых следует культивировать взвешенное отношение к противоречивым результатам, требующим объективного анализа и поиска необычных решений. В обучении следует регулярно использовать задачи открытого типа, когда отсутствует исключительно одно правильное решение. В продолжение надо более широко внедрять проблемные методы обучения, стимулирующие самостоятельность и усиливающие веру учащегося в свою способность к открытиям. Эффективным приёмом развития творческого мышления является обучение эвристическим способам исследования, а наиболее успешным превращением учебной задачи в научную или производственную способствует совместное с преподавателем решение задачи, которого не знает ни студент, ни преподаватель. Последний должен всегда поощрять *самостоятельный выбор* обучаемого, оказывать моральную поддержку его позиции и уважать личность ученика.

Таким образом, задачей педагогики становится как можно более рациональное и, в то же время, быстрое прохождение главных ступеней научных дисциплин, не упустив из виду единую технологию исследований, которая состоит из четырёх главных пунктов: 1) постановки проблемы, 2) материала и методов, 3) результатов исследований и их анализа и 4) заключения и выводов. Опуская ещё две важных составляющих, без которых немислима научная работа – названия работы и библиографии к ней – эти четыре «производства» отличаются от любого решения житейской проблемы лишь специфическим, более простым и объективным подходом. Рациональные и эмоциональные формы решения проблем, независимо от их строгого научного или произвольного обыденного содержания, в конечном итоге никак нельзя избавить друг от друга.

Для российского образовательного пространства, как считают критически настроенные педагоги, характерна недостаточная интеграция, мешающая приобретению системных знаний и фундаментализации образования. Все приёмы письменного и устного самовыражения, в котором упор должен быть не на само знание, а на процесс открытия, является сутью преподавания и, разумеется, самообразования – приёмов критического анализа и открытия новых истин. Если разложить педагогическую науку высшего образования на составляющие,

можно составить алгоритм педагогического цикла, акцентируя внимание не на знание, а на умение, т. е. технологию самостоятельного мышления и принятия решений.

Этот педагогический цикл, исключая врождённое умение думать, включает в себя ещё пять умений: говорить (начиная с монологического проговаривания своих мыслей и заканчивая нахождением своей формы озвучивания в диалоге с кем-либо или с группой лиц, представляющих аудиторию), писать (выражать свои мысли воображаемому читателю), читать (уметь выбирать нужное в тексте), слушать (то же самое в аудитории) и вести себя. Последнее, по сути, игровое поведение оказывается чуть ли не самым сложным и даже ключевым, потому что оно определяет коммуникабельность, правильную реакцию на положительные и отрицательные результаты, самокритичность, умение защищаться и нападать, уходить от обсуждения бесполезных и неразрешимых вопросов и многое другое. Проблемы научного подхода связаны с высшим качеством Разума – проявлением Воли. Воля начинает активно работать, когда загорается интерес. Таким образом, главная задача любой педагогики – это воспламенение интереса в душе слушающего и читающего произведения своих учителей, выбранных исключительно по своей доброй воле. Разница между обучением и образованием заключается в том, что обучение представляет собой лишь передачу готовых знаний, а образование – это творческий процесс, продолжающийся непрерывно всю жизнь – последовательный интеллектуальный менеджмент, ориентированный на решение животрепещущих интеллектуальных задач. Научное творчество, как и всякое другое, является с точки зрения психологии, той лично необходимой сублимацией («вознесением» чувствований в формы искусства, наблюдаемых проявлений естественнонаучных законов – в формулы науки, а веры – в религиозные и нравственные законы) неосуществлённых пока идей, планов, желаний.

В качестве конструкта теоретических основ прогрессивных технологий высшего образования, представленного выше алгоритма самостоятельной творческой работы, можно предложить следующую схему, изображённую на рисунке.

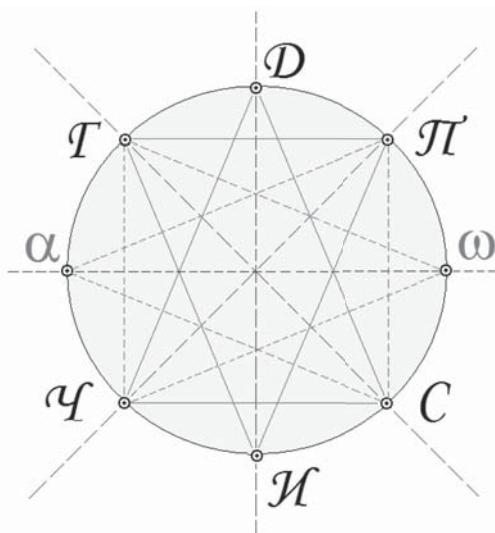


Рис. Гексагональная (ДПСИЧГ), трёхосная (ДИ, ПЧ, ГС) диалектическая (α ω) структура творчества, основанная на психосоматической системе переработки информации

В образовании, науке и культуре переработка информации основана на взаимодействии двух систем: зрительной (ось ЧП) и слуховой (ось ГС). Принято, что приоритет остаётся за первой. Другие органы чувств не имеют самостоятельных интеллектуальных технологий переработки информации, исключая аномальные случаи высочайшей чувствительности осязательных органов у людей, лишённых зрения и слуха, зато наделённых обострёнными органами осязания, обоняния и вкуса. Третья ось ДИ отражает процесс воплощения мыслей в продукцию творчества: три рукотворные концепции креста, треугольника и круга. В целом, структуру творчества можно разделить на эндогенную (внутреннюю) аналитическую (Δ ЧДС), с помощью которой мы доставляем в мозг образную информацию для дальнейшей её обработки, и экзогенную (внешнюю) синтетическую (Δ ГПИ), реализующую творчество.

Зачем нужна эта по сути метафорическая схема, в которой затушёванная область изображает внутренний мир человека, ограниченный линией окружности (сферой в разрезе), разъединяющей как мембрана, пропускающая внутрь только полезное и отвергающая вредное, т.е. по сути не разделяющая, а соединяющая организм человека и среду обитания, треугольники и точки пересечения осей с окружностью? Какие задачи она решает?

Некогда человек заметил много полезного в повторяющихся с большой точностью природных явлениях, наблюдаемых на небосклоне. Впоследствии формализация этих природных явлений различными языковыми средствами от мифотворчества до геометрии стала основой интерпретации космологических ритмов, наблюдаемых в биосфере. Движение светил человек изображал линиями на плоскости определив вместе с концепциями линий горизонта, отвеса, треугольника, многоугольника, окружности начала геометрии.

Но для формализации поведения светил и всех других объектов его интеллектуального внимания ему нужны были одушевлённые символы. Мы и сейчас называем Большой Медведицей тот, правда теперь уже с нашей точки зрения неодушевлённый «Ковш», который помо- ры называли «Лосем», а североамериканские индейцы «Сквау с ребёнком».

Если бы мы сейчас отказались от сложившихся тысячелетиями «вздорных» символов, по сути основы основ языка общения, было бы совершенно невозможно существовать, поскольку каждый раз пришлось бы разворачивать объективную картину положения нашей планеты в Солнечной системе или другие «правильные» интерпретации природных объектов.

Любому социуму необходимы привычные схемы-иллюзии, которые помогают осмысливать окружающее и мгновенно принимать решения. Иллюзии орбит, горизонта, оси Земли, координатной сетки, исторических событий и вообще всех формализаций увиденного, услышанного и познанного свойственны только человеческой психике, поэтому с точки зрения естественных наук его поведение не только парадоксально, но и абсурдно (как позитивные достижения науки, культуры и цивилизации, так и негативные: войны, терроризм, преступления, извращения и т. д., не свойственные организмам, не обладающим второй сигнальной системой). В соответствии с этим, размышляющими над решением научных проблем людьми, предлагаются подобные схемы, потому что они позволяют математическим языком выявлять законы. Так, например, с помощью геометрических схем Кеплера, построенных на основе громадного числа астрономических данных Тихо Браге, Ньютоном был открыт закон всемирного тяготения.

Предложенная выше схема на первый взгляд имеет нумерологическую основу в геометрической интерпретации, построенную на метафорах диалектики (тезис, антитезис, синтез), трёхмерного пространства плюс четвёртое измерение времени, гексагональной структуре «упорядоченного хаоса».

В педагогической работе «Концепции современного естествознания» (Адров, изд-во МФ СПб ГУВК, 2008) мы уже рассматривали схему высшего образования, родственную творческим научным исследованиям. Она даёт обучающимся возможность структурировать процесс обра-

зования, выделив технологии или алгоритмы самостоятельного решения проблем, для классификации которых необходимо рассмотреть свои действия с позиций устной и письменной речи. Главным здесь является принцип решения проблем на основе выработанной в науке схемы, исходящей из конкретной постановки проблемы, через аналитическую часть работы по материалам измерений, к синтезу полученных результатов и выводу. Этот подход не отрицает другие, но его можно считать универсальным с точки зрения классической науки, основанной на фактах, предшествующих исследованиям и открытию новой возможности решения поставленной проблемы. Теперь можно раскрыть значения букв на рисунке в соответствии с предложенному в КСЕ набору умений: Д – думать, Г – говорить, П – писать, Ч – читать, С – слушать, И – играть (вести себя).

В психосоматической системе возможности живого организма, ограниченного нами визуальной и аудиоинформацией, содержит ещё не до конца познанную подсистему ощущений, которую можно назвать соматической, кожно-мышечной, и которая функционирует ещё на трёх «чувствах»: осязания, обоняния и вкуса. Периферийная нервная система удовольствия (радости) – боли (страха), отличаясь от системы аудиовидеоинформации, занимает не меньшее место в нашей жизни и жизни всей живой материи. Гипноз, ясновидение и прочие загадочные процессы и непознанные явления рассматриваются нами только с точки зрения приёмников этих трёх «чувств» без условий их существования как передаточное звено, главными посредниками которого являются кожные покровы и мозг. Мозг служит переводчиком (трансформатором) этих трёх видов ощущений на аудио- и видеоязык, возможности которого сильно ограничены. Но люди, мотивированные на высокую целеустремленность, демонстрируют необычные способности распознавания информации, чему мы нередко удивляемся в своей обыденной жизни.

Л и т е р а т у р а

Адров М.Н., Адров Н.М. Теоретические основы прогрессивных технологий высшего образования. Мурманск: изд-во МГТУ, 2011. 168 с.

Адров Н. М. Концепции современного естествознания: учеб. пособие. Мурманск: изд-во МФ СПбГУВК, 2008. 705 с.

Александрова М. Факторы становления карьеры студента и преподавателя // Высшее образование в России. № 2. 2007. С. 166–168.

Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. М., 1980.

Бауэр Э.С. Теоретическая биология. СПб.: ООО «Росток», 2002. 352 с.

Бернет Н. ЮНЕСКО и образование: какими они должны быть? // Высшее образование в России, № 11, 2008. С. 110–119.

Бёрн Э. Игры, в которые играют люди. М.: АСТ, 2007. 224 с.

Бовина И. Б., Драгульская Л. Ю. Представления студентов о науке и об учёном // Вопросы психологии. 2006. № 6. С. 73–85.

Ветров Ю., Мельникова М. Проблема моделирования педагогических систем. Высшее образование в России. 2005. № 4.

Выготский Л. С. Педагогическая психология. М.: «ПЕДАГОГИКА-ПРЕСС», 1999. 536 с.

Зборовский Г., Шуклина Е. Социология образования: задачи и парадигмы // Высшее образование в России. 2006. № 1.

- Зимняя И.А.* Педагогическая психология. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997. 476 с.
- Игнатьева Е.* Концептуальные основы менеджмента знаний в высшей школе // Высшее образование в России. 2008. № 4. С. 131–137.
- Каптерев П.Ф.* Педагогическая психология. СПб., 1914.
- Коломинский Я.Л.* Человек: психология. М.: Просвещение, 1980. 224 с.
- Кудрявцев В.Т., Уразалиева Г.К.* Предпосылки личностного роста в развивающем образовании // Вопросы психологии. 2005. № 4. С. 52–62.
- Леонтьев А.Н.* Избранные психологические произведения. Т. I. М., 1983.
- Ломоносов М.В.* Избранная проза. М.: Сов. Россия, 1986. 544 с.
- Михайловский В.Н.* Формирование научной картины мира и информатизация. СПб.: Наука, 1994. 144 с.
- Низовских Н.А.* Жизненные принципы и ценностные ориентации студенческих групп // Вопросы психологии. 2005. № 5. С. 73–83.
- Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие.* Ростов н/Д: Феникс, 2002. 544 с.
- Реан А.А.* Человек в образовательных системах // Психология. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект. 2004. С. 718–730.
- Рубинштейн С.Л.* Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2003. 720 с.
- Сальников Н., Бурухин С.* Реформирование высшей школы: концепция новой образовательной модели. Высшее образование в России. № 2. 2008. С. 3–11.
- Соколова А.А.* Информосфера и информационная география // Тр. XII съезда Рус. геогр. о-ва. Т. 7. СПб., 2005. С. 64–70.
- Сорокин П.А.* Начало великой ревизии // Альма-матер. 1991. № 9.
- Тихонов А.Н.* Проблемы создания информационного пространства, развития Интернет-доступа и его использования в научных исследованиях // Актуальные проблемы гуманитарных наук: Сб. лекций. СПб.: СПбГУП, 2003. С. 128–145.
- Фокин Ю.Г.* Преподавание и воспитание в высшей школе: Методология, цели и содержание, творчество. М.: Изд. центр «Академия», 2002. 215 с.
- Шиян О.А.* Развивающее образование в вузе: диалектическая структура учебного курса как условие развития студентов // Психологическая наука и образование. 2008. № 2. С. 9–17.
- Якиманская И..С.* Предмет и методы современной педагогической психологии // Вопр. психологии. 2006. № 6. С. 3–13.
- Яковец Ю. В.* Диалог цивилизаций и культур – осевая проблема XX века // Актуальные проблемы гуманитарных наук: Сб. лекций. СПб.: СПбГУП, 2003. С. 3–18.
- Яралов Ф.* Деятельностно-компетентностный подход к практико-ориентированному образованию // Высшее образование в России. № 1. 2008. С. 89–93.

СОДЕРЖАНИЕ

Адров Н.М. Дерюгинский период морской науки и высшего образования. Часть 1.....	5
Ахметчина О.Ю. Современные данные о видовом составе и распределении мшанок (Bryozoa) вдоль разреза «Кольский меридиан» (Баренцево море).....	8
Белова Ю.А. Биологическая характеристика северного макруруса (<i>Macrourus berglax</i> Lacepede, 1801) Баренцева моря и сопредельных вод.....	17
Берченко И.В. Межвидовое скрещивание в популяциях <i>Calanus finmarchicus</i> и <i>Calanus glacialis</i> арктических морей.....	21
Бессонов А.А., Мельник В.С. Особенности распределения нематоды <i>Anisakis simplex</i> L. в мойве (<i>Mallotus villosus</i>) Баренцева моря в период с 2000 по 2012 г.....	26
Блохина А.С. К оценке заболеваемости сиговых рыб р. Кола (Кольский полуостров).....	29
Бобров К.А. Некоторые результаты исследований водных масс арктических морей с помощью отрывных зондирующих систем.....	33
Венгер М.П. Результаты исследования микропланктонных сообществ в губе Дальнезеленецкой летом 2012 г.....	38
Дворецкий А.Г., Дворецкий В. Г. Особенности роста молоди камчатского краба в губе Дальнезеленецкая	45
Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение зоопланктона в прибрежье Кольского полуострова летом 2012 г.....	49
Дикаева Д.Р. Состав и количественное распределение сообществ полихет во фьордах и заливах Западного Шпицбергена.....	56
Евсеева Е.В., Бензик А.Н. Влияние температурных условий на распределение и численность <i>Metridia longa</i> (Lubbock) на севере центральной части Баренцева моря в сентябре 2010 г.....	62
Емелина А.В. Реакция краба <i>Paralithodes camtchaticus</i> Баренцева моря на магнитное поле	68
К.С. Емельянов, Ю.В. Федоркова, Е.А. Морозов, Калинка О.П., Клепиковский Р.Н., Петрова М.Н. Перспективы использования базовых продуктов ДЗЗ для комплексного экосистемного мониторинга акваторий арктических морей.....	70
Ермилов С.Д. Лечение щенков гренландского тюленя в условиях биотехнического аквакомплекса ММБИ.....	72
Желудкова А.И. Структурные уровни поведения кольчатой нерпы (<i>Pusa hispida</i>) и гренландского тюленя (<i>Pagophilus groenlandicus</i>) в условиях неволи.....	75
Зайцев А.А. Изменения суточной динамики поведения гренландского тюленя, вызванные патологическими нарушениями в организме	80
Захаров Д.В. Биогеографическое районирование Баренцева моря и сопредельных вод по распределению моллюсков семейства buccinidae.....	85
Зимина О.Л., Сёмин В.Л. Новые данные о фауне беспозвоночных Карского и Печорского морей по результатам траловой съемки 2012 г.....	90
Иванов С.А. Анализ соответствия спутниковых данных по концентрации хлорофилла и гидрохимических характеристик в Баренцевом море.....	97

Калинка О.П., Карнатов А.Н., Ващенко П.С. Карты уязвимости акватории и прибрежной зоны Кольского залива для планов ликвидации разливов нефти.....	102
Клиндух М.П. Содержание маннита, белка и свободных аминокислот в бурых водорослях <i>F. vesiculosus</i> и <i>A. nodosum</i> Баренцева, Белого и Балтийского морей.....	108
Лазуренко В.В. Роль типологических индивидуальных особенностей тюленя в биотехнической системе	114
Литвинов Ю.В. Диметилсульфид как вероятное «сигнальное вещество» при поиске пищи у гренландских тюленей.....	117
Макеенко Г.А., Волков А.А. Характеристика полиморфизма северо-восточной арктической трески по микросателлитным локусам.....	123
Меркулова А. Г. Некоторые аспекты биологии северного нотоскопела <i>Notoscopelus kroeyeri</i> Северной Атлантики.....	127
Метельский А.А., Малавенда С.В. Сублиторальные ассоциации макрофитобентоса губ Ивановская и Дроздовка Восточного Мурмана.....	131
Мещеряков Н.И. Некоторые особенности перераспределения осадков в береговой зоне залива Грен-Фьорд (Западный Шпицберген).....	136
Минзюк Т.В. Цитохимическая оценка функционального состояния лейкоцитов крови афалин разного возраста.....	139
Нехаев И.О. О возможных причинах новых находок брюхоногих моллюсков в Баренцевом море.....	144
Омельчук Р.В. Биогенные элементы в ноябре на разрезе «Кольский меридиан».....	147
Орлова А.С. Особенности распределения и структуры популяций <i>Themisto libellula</i> и <i>Themisto abyssorum</i> в Баренцевом и Карском морях в 2011 г.....	149
Осипова Е.А. Результаты изучения динамики сообществ макрофитов озер острова Великий в местах обитания ондатр.....	152
Павлова М.А. Бактериопланктон губ восточного Мурмана в период активной вегетации кокколитофорид.....	155
Морозов Е.А., Пестряков А.А. Универсальная модульная система обработки первичных данных ДЗЗ с использованием пакета программ Нансат.....	162
Пахомов М.В. Адаптация цветового зрения арктических ластоногих к среде обитания.....	163
Попова М.Ю. Спектр питания звездчатого ската в Баренцевом море в разные сезоны года.....	167
Салмова Н.А. Морфологические особенности тимуса личинок трески (<i>Gadus morhua</i> L.).....	169
Фарион Д.А. Роль грибов в формировании дозы внутреннего облучения населения Мурманской области.....	173
Щепак Л.В. Влияние различных температур и солености на появление деформаций у личинок культивируемого чистильщика <i>Labrus bergyllta</i>	180
Деревщииков А.В. Методы определения возраста представителей отряда Rajiformes на примере звездчатого ската Баренцева моря.....	185
Адров Н.М. Дерюгинский период морской науки и высшего образования. Часть 2.....	188

CONTENTS

<i>Adrov N.M.</i> , K.M. Deryugin's period in the marine sciences and higher education in Russia. Part 1.....	5
<i>Akhmetchina O.Yu.</i> Latest data on species composition and distribution of moss animals (Bryozoa) along the Kola Meridian Transect, Barents Sea.....	8
<i>Belova Yu.A.</i> Biological characteristics of the roughhead grenadier (onion-eye grenadier) <i>Macrourus berglax</i> Lacedpede, 1801 of the Barents Sea and adjacent waters.....	17
<i>Berchenko I.V.</i> Interspecific crossing in populations of <i>Calanus finmarchicus</i> and <i>Calanus glacialis</i> in arctic seas.....	21
<i>Bessonov A.A.</i> , <i>Melnik V.S.</i> Distribution of the nematode <i>Anisakis simplex</i> L. in Barents Sea capelin (<i>Mallotus villosus</i>) through 2000 – 2012.....	26
<i>Blokhina A.S.</i> On the assessment of the disease incidence rate among the freshwater whitefish in the Kola River (Kola Peninsula).....	29
<i>Bobrov K.A.</i> Some results of studies on water masses of arctic seas with the help of expendable probe profiling systems.....	33
<i>Venger M.P.</i> Results of studies on microplanktonic assemblages in the Bay of Dalnie Zelentsi (Kola Peninsula) in the summer of 2012.....	38
<i>Dvoretzky A.G.</i> , <i>Dvoretzky V.G.</i> Some characteristics of growth of red king crab juveniles in the Bay of Dalnie Zelentsi (Kola Peninsula).....	45
<i>Dvoretzky V.G.</i> , <i>Dvoretzky A.G.</i> Distribution of zooplankton in coastal waters of Kola Peninsula in the summer of 2012.....	49
<i>Dikaeva D.R.</i> Composition and quantitative distribution of polychaete assemblages in fjords and bays of Spitsbergen Island, Svalbard.....	56
<i>Evseyeva E.V.</i> , <i>Benzik A.N.</i> Effects of the thermal regime on the distribution and numbers of <i>Metridia longa</i> (Lubbock) in the north of the central Barents Sea in September 2010.....	62
<i>Yemelina A.V.</i> Responses of the red king crab <i>Paralithodes camtchaticus</i> to the magnetic field.....	68
<i>Yemelyanov K.S.</i> , <i>Fedorkova Yu.V.</i> , <i>Morozov E.A.</i> , <i>Kalinka O.P.</i> , <i>Klepikovskiy R.N.</i> , <i>Petrova M.N.</i> Outlook for use of basic remote sensing products in the integrated ecosystem monitoring of arctic seas.....	70
<i>Yermilov S.D.</i> Medical treatment of Greenland seal pups at the MMBI biotechnical aquatic complex.....	72
<i>Zheludkova A.I.</i> Structural levels of behavior of the ringed seal <i>Pusa hispida</i> and the Greenland seal <i>Pagophilus groenlandicus</i> under conditions of captivity.....	75
<i>Zaitsev A.A.</i> Changes in the daily dynamics of the Greenland seal behavior caused by pathologic disorders in the organism.....	80
<i>Zakharov D.V.</i> Biogeographic zoning of the Barents Sea and adjacent waters by the distribution of mollusks of the Buccinidae family.....	85
<i>Zimina O.L.</i> , <i>Semin V.L.</i> New data on the invertebrate fauna of the Kara and Pechora Seas obtained from trawlings in 2012.....	90

<i>Ivanov S.A.</i> Analysis of correlation between remote sensing data on chlorophyll levels and hydrochemical parameters of the Barents Sea water.....	97
<i>Kalinka O.P., Karnatov A.N., Vaschenko P.S.</i> Environmental sensitivity maps of the Kola Inlet water area and coastal zone for oil spill response plans.....	102
<i>Klindukh M.P.</i> Levels of mannitol, proteins and free-form amino acids in algae <i>F. vesiculosus</i> and <i>A. nodosum</i> in the Barents, White and Baltic Sea.....	108
<i>Lazurenko V.V.</i> The role of typological individual features of seals in the biotechnical system.....	114
<i>Litvinov Yu.V.</i> Dimethyl sulfide as a possible «signal» compound for the Greenland seal when it searches for food.....	117
<i>Makeenko G.A., Volkov A.A.</i> Characteristics of polymorphism in the northeast Arctic cod by use of microsatellite loci.....	123
<i>Merkulova A.G.</i> Some aspects of the biology of Kroyer's lanternfish <i>Notoscopelus kroyerii</i> in the North Atlantic.....	127
<i>Metelsky A.A., Malavenda S.V.</i> Sublittoral associations of macrophytobenthos in Ivanovskaya Bay and Drozdovka Bay of Eastern Murman.....	131
<i>Mescheryakov N.I.</i> Some aspects of redistribution of sediments in the coastal zone of the Gronfjorden Bay, Svalbard.....	136
<i>Minzyuk T.V.</i> Cytochemical assessment of the functional state of leukocytes in blood of common bottlenose dolphins of different age.....	139
<i>Nekhaev I.O.</i> Some possible reasons for new findings of gastropods in the Barents Sea.....	144
<i>Omelchuk R.V.</i> Biogenic elements at the Kola Meridian Transect in November.....	147
<i>Orlova A.S.</i> Some aspects of the distribution and structure of the populations of amphipods <i>Themisto libellula</i> and <i>Themisto abyssorum</i> in the Barents and Kara Seas in 2011.....	149
<i>Osipova E.A.</i> Studies on dynamics of macrophyte assemblages in lakes of Veliky Island (Kandalaksha State Reserve), habitats of the muskrat.....	152
<i>Pavlova M.A.</i> Bacterioplankton in bays of Eastern Murman during active vegetation of coccolithophores.....	155
<i>Morozov E.A., Pestryakov A.A.</i> Universal modular system for processing initial remote sensing data using the Nansat software package.....	162
<i>Pakhomov M.V.</i> Adaptation of color vision to habitat conditions in arctic pinnipeds.....	163
<i>Popova M.Yu.</i> Diet of the thorny skate in the Barents Sea in different seasons.....	167
<i>Salmova N.A.</i> Morphologic features of the thymus in cod (<i>Gadus morhua</i> L.) larvae.....	169
<i>Farion D.A.</i> The role of mushrooms in radiation absorbed levels among the population of Murmansk Oblast.....	173
<i>Schepak L.V.</i> Effects of temperature and salinity on deformations in larvae of the farmed ballan wrasse <i>Labrus bergylta</i>	180
<i>Derevschikov A.V.</i> Methods for determining the age of fishes of the Order Rajiformes using the Barents Sea thorny skate as an example.....	185
<i>Adrov N.M. K.M.</i> Deryugin's period in the marine sciences and higher education in Russia. Part 2.....	188